دینامیک:

ـ وقتی در یک تصادف، به خودرو از پشت ضربه شدیدی وارد شود، به‌دلیل تفاوتی که در حرکت تنه و سر راننده رخ می‌دهد، به گردن راننده آسیبی وارد می‌شود که به آن آسیب تازیانه‌ای می‌گویند. (رشته تجربی)

ـ نیرو حاصل برهم‌کنش یا اثر متقابل دو جسم بر یکدیگر است.

ـ نیرو کمیتی برداری است که علاوه بر اندازه، جهت نیز دارد.

ـ نیرو را به کمک نیروسنج اندازه‌گیری می‌کنیم و یکای آن نیوتن است.

ـ نیروی وارد بر یک جسم، می‌تواند سبب تغییر سرعت جسم یا تغییر شکل آن شود.

ـ گاهی برای سادگی فرض می‌شود که همه‌ی جرم یک جسم در یک نقطه به نام مرکز جرم جسم متمرکز شده است.

قانون اول نیوتن:

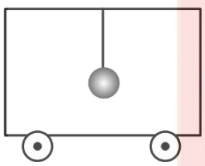
ـ درصورتی که برجسمی نیرویی وارد نشود و یا برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر شود، جسم حالت حرکت خود را حفظ می‌کند یعنی اگر ساکن باشد، ساکن می‌ماند و اگر در حال حرکت باشد، به حرکت خود باسرعت ثابت ادامه می‌دهد.

ـ تمایل اجسام به حفظ حالت خود را لختی می‌گویند.

تمرین ۱: کامیونی با سرعت ثابت در جاده حرکت می‌کند. بسته‌ای از کامیون به کف جاده سقوط می‌کند. طبق قانون .....نیوتن بسته پس از سقوط روی جاده ابتدا .....

۱) سوم ـ درخلاف جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.
۲) سوم ـ درجهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.
۳) اول ـ درخلاف جهت حرکت کامیون حرکتی می‌کند.
۴) اول ـ در جهت حرکت کامیون حرکت می‌کند.

تمرین۲: مطابق شکل زیر واگنی که در حال حرکت بر مسیری مستقیم با سرعت ثابت است، ناگهان ترمز می‌کند. دراین حالت آونگی که به سقف واگن بسته شده است، به طرف ..... منحرف می‌شود که این پدیده با قانون ..... نیوتن قابل توجیه است.



۱) عقب ـ اول
۲) عقب ـ دوم
۳) جلو ـ اول
۴) جلو ـ دوم

ـ طبق قانون اول نیوتن، برآیند نیروهای وارد بر جسم صفر است.

تمرین ۳: به جسمی به جرم ۲kg که روی سطح افقی قرار دارد. دو نیروی افقی $\vec{F}_1 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$, $\vec{F}_2$ وارد می‌شود و جسم با سرعت ثابت $\vec{V} = 6\vec{i} + 8\vec{j}$ حرکت می‌کند. نیروی F_2 کدام است؟ (از اصطکاک صرف نظر شود)

۱) $\vec{F}_2 = 3\vec{i} + 4\vec{j}$
۲) $\vec{F}_2 = 9\vec{i} + 12\vec{j}$
۳) $F_2 = -3\vec{i} - 4\vec{j}$
۴) $\vec{F}_2 = -6\vec{i} - 8\vec{j}$

قانون دوم نیوتن:

ـ هرگاه بر جسم نیروی خالص وارد شود، جسم تحت تاثیر آن نیرو شتاب می‌گیرد که این شتاب با نیروی خالص وارد بر جسم نسبت مستقیم دارد و در همان جهت نیروی خالص است و با جرم جسم نسبت وارون دارد.

$$\vec{F}_{net} = m\vec{a}$$

ـ یکای SI نیرو برابر نیوتن است. یک نیوتن برابر با مقداری نیروی خالصی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم، شتابی برابر با یک متربر مربع ثانیه می‌دهد.

ـ بردارهای شتاب، نیرو و تغییرات سرعت با هم، هم جهت می‌باشند.

تمرین۴: نیروی $\vec{F}$ به جسمی به جرم m_1 شتابی به بزرگی $4\ \frac{m}{s^2}$ و همین نیرو به جسم دیگری به جرم m_2 شتابی به بزرگی $3\ \frac{m}{s^2}$ می‌دهد. این نیرو به جسمی به جرم $(2m_1 + \frac{m_2}{2})$ چه شتابی بر حسب $\frac{m}{s^2}$ می‌دهد؟

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۱

ـ ارتباط بین دو فصل حرکت‌شناسی و دینامیک از طریق شتاب برقرار می‌شود.

تمرین ۵: متحرکی به جرم ۲۰۰ گرم روی محور x ها در حال حرکت است و رابطه نیروی خالص وارد بر آن در SI به‌صورت $F_{net} = -t + 4$ است. اگر سرعت متحرک در مبدأ زمان برابر $-10\ \frac{m}{s}$ باشد، سرعت آن در لحظه $t = 5\ s$ چند متربرثانیه است؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۲/۵ ۳) ۲۷/۵ ۴) -۵۲/۵

تمرین ۶: سه نیرو با بزرگی‌های $F_1 = 5\ N$ و $F_2 = 3\ N$ و $F_3 = 7\ N$ به جسمی به جرم یک کیلوگرم که روی سطح افقی و بدون اصطکاک قرار دارد وارد می‌شوند. اگر اندازه‌ی بیشینه و کمینه شتابی که این نیروها میتوانند به جسم بدهند برابر a_{max} و a_{min} باشد، $a_{max} - a_{min}$ در SI کدام است؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۴ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲

ـ در صورتی که برآیند چند نیرو صفر باشد، با حذف یکی از آن‌ها، برآیند نیروهای باقیمانده با نیروی محذوف برابر و خلاف جهت آن است.

تمرین ۷: به یک جسم ۵ کیلوگرمی، هم زمان چهارنیروی ۲۵، ۱۰، ۱۵، ۵ نیوتن وارد می‌شود و جسم در حال تعادل است. اگر فقط نیروی ۲۵ نیوتنی حذف شود و دیگر نیروها، با همان اندازه‌ی و جهت اثر گذار باشند، اندازه‌ی تغییر سرعت جسم بعد از ۲ثانیه، چند متر بر ثانیه خواهد شد؟

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۷/۵ ۴) ۱۲

تمرین ۸: جسمی به جرم $۲kg$ که روی سطح افقی بدون اصطکاکی قرار دارد، تحت تاثیر سه نیروی افقی $F_۱ = ۸\ N$ و $F_۲ = ۵\ N$ و $F_۳ = ۱۲\ N$ به حالت تعادل قرار دارد. اگر اندازه‌ی دو نیروی $\vec{F}_۲$ و $\vec{F}_۱$ بدون تغییر جهت به $\frac{۲}{۳}$ مقدار اولیه کاهش یابد، چند ثانیه طول می‌کشد تا تندی جسم ازصفر به $۸\ \frac{m}{s}$ برسد؟

۱) ۱۰ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۸

تمرین ۹: سه نیرو با بردارهای $\vec{F}_۱ = ۴\vec{i} + ۷\vec{j}$ و $\vec{F}_۲ = ۱۲\vec{i} + ۹\vec{j}$ و $\vec{F}_۳ = \alpha\vec{i} + ۲\vec{j}$ هم‌زمان به جسمی به جرم $۱۰\ kg$ اثر کرده و آن جسم از حال سکون با شتاب $۳\ \frac{m}{s^۲}$ به حرکت در می‌آورند. α کدام است؟ (تمام کمیت ها در SI هستند)

۱) ۸ ۲) ۶ ۳) ۴ ۴) ۲

قانون سوم نیوتن:

ـ نیروها همواره به‌صورت جفت وجود دارند. اگر یکی از این نیروها را کنش بنامیم، نیروی دیگر واکنش نامیده می‌شود.

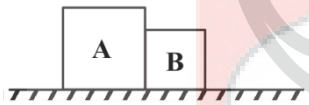
ـ قانون سوم نیوتن رابطه‌ی کمی بین نیروهای کنش و واکنش را بیان می‌کند:

هرگاه جسمی به جسم دیگر نیرو وارد کند، جسم دوم نیز به جسم اول نیرویی هم‌اندازه‌ی و هم‌راستا، اما درخلاف جهت وارد می‌کند.

ـ نیروهای کنش و واکنش، ممکن است، منجر به اثرات متفاوتی شوند.

ـ نیروهای کنش و واکنش همواره به دو جسم وارد می‌شوند و هم نوع هستند.

ـ در شکل مقابل، هرگاه جسم A برجسم B نیروی F وارد کند، آن‌گاه جسم B نیز نیرویی به بزرگی F، ولی درخلاف جهت آن برجسم A وارد می‌کند. باید توجه داشت که این نیروها به دو جسم متفاوت وارد می‌شود و برآیند گرفتن بین آن‌ها معنایی ندارد.



$$F_{AB} = F_{BA}$$
$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

ـ نیرویی که هر جسم، به جسم بعدی، (در راستای نیرو) وارد می‌کند، باید به حدی باشد که اجسام بعد از جسم وارد کننده نیرو باشتاب a حرکت کنند. به عنوان مثال در شکل زیر داریم:

$$F_{net} = (m_۱ + m_۲ + m_۳)a \Rightarrow a = \frac{F_{net}}{m_۱ + m_۲ + m_۳}$$

برای به‌دست آوردن $F_{۱۲}$ (نیرویی که جسم (۱) به جسم (۲) وارد می‌کند)، خواهیم داشت:

$$F_{۱۲} = (m_۲ + m_۳)a$$

طبق قانون سوم نیوتن، $F_{۲۱}$ (نیرویی که جسم (۲) به جسم (۱) وارد می‌کند) با $F_{۱۲}$ برابر و در خلاف جهت آن است.

تمرین ۱۰: شخصی به جرم $60\,kg$ درون قایقی به جرم $100\,kg$ قرار دارد و قایق بر روی آب ساکن است. اگر شخصی با شتاب $2\,\frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت کند، قایق چگونه حرکت می‌کند؟ (از اصطکاک بین کف قایق و آب صرف نظر شود)

۱) با شتاب $2/1\,\frac{m}{s^2}$ به سمت چپ حرکت می‌کند.

۲) با شتاب $2\,\frac{m}{s^2}$ به سمت چپ حرکت می‌کند.

۳) قایق روی آب ساکن می‌ماند.

۴) با شتاب ثابت $2/1\,\frac{m}{s^2}$ به سمت راست حرکت می‌کند.

کاربرد قانون دوم نیوتن درحل مسایل دینامیک:

۱- ابتدا نیروهای وارد برجسم را رسم می‌کنیم.

۲- نیروها را به دو دسته‌ی عمود بر مسیرحرکت و در راستای حرکت تقسیم می‌کنیم.

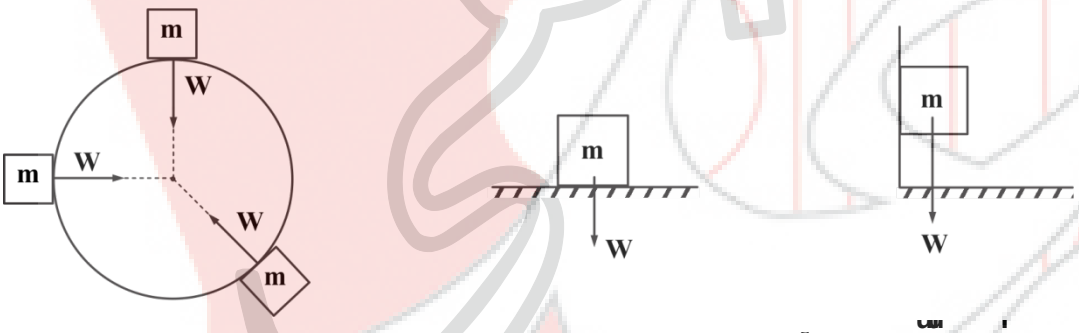
۳- برای نیروهای در راستای حرکت داریم:

$ma =$ نیروهای خلاف جهت حرکت- نیروهای در جهت حرکت

نیروی وزن (W):

ـ وزن یک جسم روی زمین، نیروی گرانشی است که از طرف زمین برجسم وارد می‌شود.

ـ نیروی وزن همیشه بر سطح زمین عمود و به سمت مرکز زمین می‌باشد.



ـ مقدار نیروی وزن از رابطه $W = mg$ بدست می‌آید.

ـ مقدار g به مکان بستگی دارد. هرچه ارتفاع ازسطح زمین بیشتر شود، مقدار g کاهش می‌یابد. بنابراین با افزایش ارتفاع از زمین، مقدار وزن هم کم می‌شود.

ـ مقدار g در سیاره‌های مختلف متفاوت است، بنابراین در سیاره‌های مختلف مقدار نیروی وزن یک جسم، متفاوت خواهد بود.

نیروی مقاومت شاره (f_D):

ـ وقتی جسمی دریک شاره (مایع یا گاز) قرارداد و نسبت به آن حرکت می‌کند، ازطرف شاره نیرویی درخلاف جهت حرکت جسم به آن وارد می‌شود که به آن نیروی مقاومت شاره می‌گویند.

ـ نیروی مقاومت شاره به بزرگی جسم، تندی آن و ... بستگی دارد.

ـ هر چه تندی جسم بیشتر باشد، نیروی مقاومت شاره بیشتر خواهد بود.

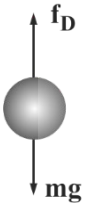
ـ اگر جسم در هوا حرکت کند، به نیروی مقاومت شاره، نیروی مقاومت هوا می‌گویند.

هنگامی که جسمی در هوا رها شود، در ابتدای حرکت سرعت آن کم و مقدار نیروی مقاومت شاره کم می‌باشد. با افزایش تندی، مقدار نیروی مقاومت شاره هم افزایش می‌یابد تا اینکه اندازه‌ی این نیرو با وزن جسم برابر شود. از اینجا به بعد جسم با تندی ثابت حرکت می‌کند که به آن تندی حدی می‌گویند.

رها شدن جسم

تندی جسم در حال افزایش است، بنابراین مقدار f_D هم زیاد می‌شود.

تندی جسم آن‌قدر افزایش می‌یابد که $f_D = mg$ شود.



از اینجا به بعد تندی جسم ثابت است.

ـ هنگامی‌که یک چترباز، از ارتفاعی به پایین می‌پرد، به تدریج تندی‌اش افزایش یافته و لذا نیروی مقاوم شاره هم افزایش می‌یابد. در لحظه‌ی باز شدن چتر تندی چترباز به بیشترین مقدار خود رسیده است. بنابراین در این لحظه نیروی مقاوم شاره هم بیشترین مقدار است. با باز شدن چتر نیروی مقاوم شاره به تدریج کاهش یافته تا اینکه با نیروی وزن برابر شود. پس از این چترباز با تندی ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

ـ تندی حدی برای یک چترباز نوعی حدود $5\ \frac{m}{s}$ و برای قطرات باران حدود $7\ \frac{m}{s}$ است.

تمرین ۱۱: توپی به جرم ۵۰۰ گرم را از ارتفاع ۲۰ متری سطح زمین رها می‌کنیم. در لحظه‌ای که بزرگی نیروی مقاومت هوا، وارد بر توپ ۵/۱ نیوتن است، بزرگی و جهت شتاب وارد بر توپ برحسب SI کدام است؟ $(g = 9/8\ \frac{N}{kg})$

۱) بالا، ۰/۲ ۲) پایین، ۰/۴ ۳) بالا، ۰/۴ ۴) پایین، ۰/۲

تمرین ۱۲: دو گوی هم‌اندازه را که جرم یکی دو برابر دیگری است $(m_2 = 2m_1)$ از بالای برجی به ارتفاع h به طور هم‌زمان رها می‌کنیم. با فرض اینکه نیروی مقاومت هوا در طی حرکت دو گوی ثابت و یکسان باشد، تندی برخورد کدام گوی با زمین بیشتر است؟ (مثال ۲-۵ کتاب درسی)

تمرین ۱۳: چتربازی به جرم $80\ kg$ از ارتفاع مشخصی نسبت به سطح زمین به پایین می‌پرد. وقتی تندی چترباز به $20\ \frac{m}{s}$ می‌رسد، چترباز، چتر خود را باز می‌کند. اگر پس از باز کردن چتر رابطه‌ی بین تندی چتر باز و نیروی مقاوم هوا در SI به‌صورت $f_D = 5V^2$ باشد، به‌ترتیب از راست به چپ بیشینه بزرگی شتاب و کمینه تندی او چند واحد SI است؟

۱) ۱۵ و ۴ ۲) ۱۵ و $4\sqrt{10}$ ۳) ۲۵ و $2\sqrt{10}$ ۴) ۲۵ و ۵

تمرین ۱۴: قطعه سنگی به جرم $5\ kg$ از ارتفاع به اندازه‌ی کافی بلند از سطح زمین رها می‌شود. اگر رابطه‌ی بین اندازه‌ی نیروی مقاومت هوای وارد بر آن بر جسب تندی در SI به صورت $f_D = 12/25\ v^2$ باشد، تندی حدی این سنگ چند متر بر ثانیه است؟ $(g = 9/8\ \frac{N}{kg})$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۷ ۴) صفر

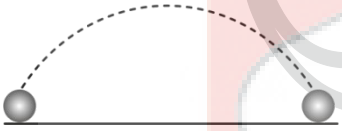
تمرین ۱۵: جسمی به جرم $10\ kg$ از ارتفاع ۱۰۰ متری سطح زمین رها می‌شود و پس از ۱۰ ثانیه به سطح زمین می‌رسد. اندازه‌ی نیروی مقاومت هوای وارد بر جسم که در طول مسیر ثابت فرض می‌شود، چند نیوتن است؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

۱) ۸۰ ۲) ۶۰ ۳) ۱۲۰ ۴) ۷۰

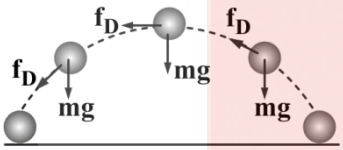
تمرین ۱۶: جسمی از ارتفاع ۳۶ متری سطح زمین رها می‌شود و پس از ۳ ثانیه به زمین می‌رسد. اگر شتاب حرکت جسم ثابت فرض شود، اندازه‌ی نیروی مقاومت هوا در برابر حرکت آن، چند برابر وزن جسم است؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

۱) $\frac{1}{10}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{1}{4}$

ـ مسیر حرکت یک توپ فوتبال که از سطح زمین به سمت بالا شوت شده است، مطابق شکل می‌باشد.



در طی مسیر حرکت نیروی مقاومت هوا و نیروی وزن بر توپ وارد می‌شوند.

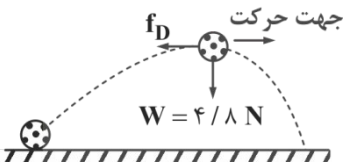


در بالاترین نقطه، تندی توپ کمترین مقدار است، پس نیروی مقاوم شاره هم در این نقطه به کمترین مقدار خود می‌رسد.

تمرین ۱۷: بزرگی نیروی مقاومت هوا در بالاترین نقطه‌ی مسیر یک توپ فوتبال به جرم $400\ g$ برابر $2\ N$ است. شتاب توپ در آن نقطه در SI کدام است؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

۱) $5\vec{i} + 12\vec{j}$ ۲) $-2\vec{i} - 10\vec{j}$ ۳) $-5\vec{i} - 10\vec{j}$ ۴) $2\vec{i} + 12\vec{j}$

تمرین ۱۸: شکل زیر، نیروهای وارد بر توپی را در بالاترین نقطه مسیرش نشان می‌دهد که در آن $\vec{f}_D$ نیروی مقاومت هوا و $\vec{W}$ وزن توپ است. اگر بزرگی شتاب در این لحظه $\frac{۶۵}{۶}\frac{m}{s^۲}$ باشد، f_D چند نیوتن است؟ (از نیروهای دیگر وارد بر توپ صرف‌نظر کنید و $g = ۱۰\frac{m}{s^۲}$)



۱) ۱

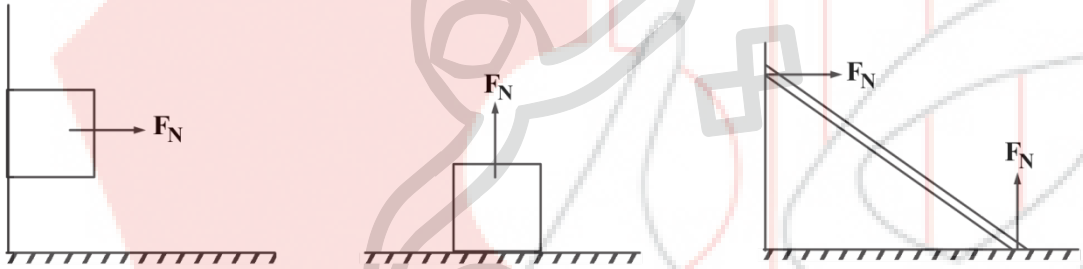
۲) ۱/۵

۳) ۲

۴) ۲/۵

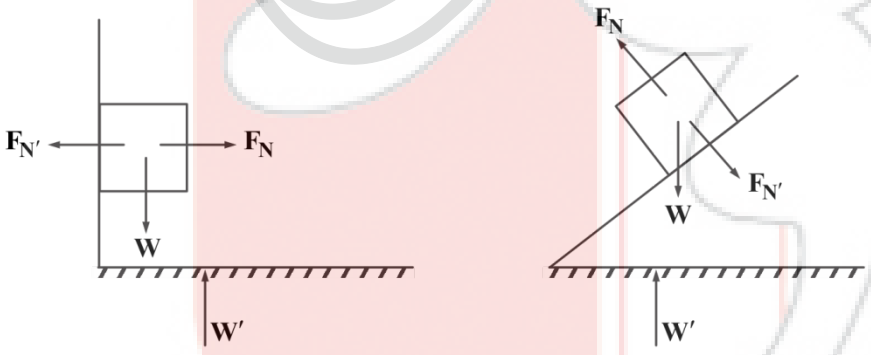
نیروی عمودی سطح (F_N):

ـ نیرویی است که از طرف سطحی که جسم روی آن قرار دارد، بر جسم وارد می‌شود. این نیرو همواره از سطح تکیه گاه خارج شده و بر سطح تکیه گاه عمود است.



ـ نیروی عمودی سطح ناشی از تغییر شکل سطح تماس دو جسم است. این تغییر شکل مربوط به نیروهای بین مولکولی است.

ـ واکنش نیروی عمودی تکیه‌گاه ($\vec{F}'_N$) به صورت عمودی و در خلاف جهت $\vec{F}_N$ از طرف جسم به سطح وارد می‌شود. همچنین واکنش نیروی وزن (W') نیرویی است که از طرف جسم به زمین و در خلاف جهت W وارد می‌شود.



$$F_N = F_{N'}$$
$$W' = W$$

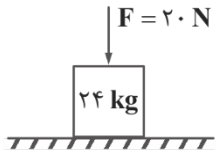
ـ اگر شخصی درون آسانسور (بالابر) باشد، عبارت های زیر به معنای نیروی عمودی تکیه گاه است:

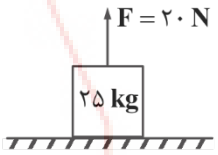
۱- نیرویی که کف آسانسور به شخص وارد می‌کند.

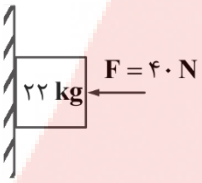
۲- نیرویی که شخص به کف آسانسور وارد می‌کند.

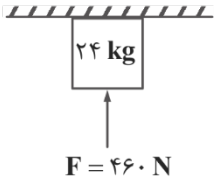
۳- عددی که ترازوی زیرپای شخص در آسانسور نشان می‌دهد.

تمرین ۱۹: درتمام شکل های زیر اجسام در حال تعادل هستند. در کدام گزینه، اندازه‌ی نیروی عمودی سطح برابـر ۲۲۰ N خواهد شد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

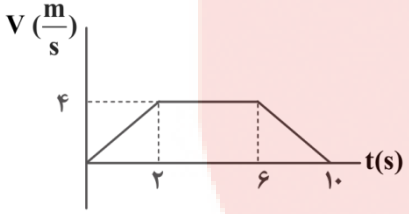
تمرین ۲۰: شخصی که روی ترازوی فنری ایستاده است، ناگهان می‌نشیند. نیروسـنج وزن شـخص را ابتـدا ..... و سپس ..... از وزن واقعی نشان می‌دهد.(مراحل نشستن شتابدار است)

۱) بیشتر ـ کمتر ۲) کمتر ـ بیشتر ۳) بیشتر ـ ثابت ۴) کمتر ـ ثابت

تمرین ۲۱: یک آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ از حال سکون به طرف بالا حرکت می‌کند و پس از آن که به سرعت $۴\frac{m}{s}$ رسید، بـا سرعت ثابت بالا می‌رود. اگر اختلاف نیروی وارد بر کف جعبه‌ای که داخل آسانسور است، در این دو حالت ۳۰ نیوتن باشـد، جـرم جعبه چند کیلوگرم است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۰ ۲) ۱۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۵

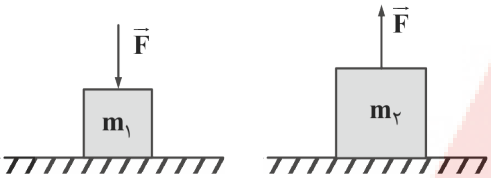
تمرین ۲۲: نمودار سرعت- زمان حرکت آسانسوری که از حال سکون و به طرف پایین شروع به حرکت مـی‌کنـد، مطـابق شکل مقابل است. اگر شخصی به جرم ۶۰ kg درون این آسانسور روی ترازویی فنری ایستاده باشد، اندازه‌ی اختلاف بیشـترین و کمترین عددی که ترازو نشان می‌دهد، برابر چند نیوتن است؟ $(g = ۹/۸\frac{N}{kg})$



۱) صفر
۲) ۶۰
۳) ۱۲۰
۴) ۱۸۰

تمرین ۲۳: در شکل‌های زیر، نیروی عمودی سطح وارد بر جسمی به جرم m_1، سه برابر نیروی عمودی سطح وارد بر جسمی به جرم m_2 است. اگر $m_2 = 2m_1$ باشد. بزرگی نیروی F چند برابر وزن جسم m_1 است؟

شکل



۱) $\frac{3}{4}$

۲) $\frac{4}{3}$

۳) $\frac{4}{5}$

۴) $\frac{5}{4}$

نیروی اصطکاک:

ـ وقتی تلاش می‌کنیم جسمی را روی سطحی به حرکت درآوریم، چه جسم حرکت کند و چه ساکن بماند، بامقاومتی روبرو می‌شویم که به آن نیروی اصطکاک گویند.

ـ نیروی اصطکاک بین دو جسم به جنس سطح تماس دو جسم و زبری و نرمی آن‌ها بستگی دارد.

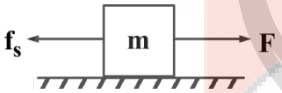
ـ نیروی اصطکاک بین دو جسم به علت ناهمواری‌های محل تماس دو جسم ایجاد می‌شود. حتی سطوحی که بسیار هموار به نظر می‌آیند، ناهمواری‌های میکروسکوپی بسیاری دارند که سبب اصطکاک می‌شوند.

ـ نیروی اصطکاک عمدتاً به عنوان نیروی اتلافی شناخته می‌شود، با وجود این که در زندگی روزمره لازم است.

اصطکاک ایستایی (f_s):

ـ این نوع اصطکاک در اجسام ساکن، مانع از شروع به حرکت جسم می‌شود. اندازه‌ی این نیرو ثابت نبوده و هم‌اندازه با برآیند نیروهای وارد بر جسم در راستای حرکت تغییر می‌کند، اما دارای یک مقدار بیشینه است که به آن نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه‌ی حرکت می‌گویند.

فرض کنید نیروی اصطکاک ایستایی در آستانه حرکت برای جسم ساکن زیر برابر ۱۰ نیوتن باشد.



$$F = 2\,N \rightarrow f_s = 2\,N$$
$$F = 7\,N \rightarrow f_s = 7\,N$$
$$F = 9\,N \rightarrow f_s = 9\,N$$

$F = 10\,N \Rightarrow f_{s\,max} = 10\,N \Rightarrow$ جسم در آستانه حرکت قرارگرفته است

$F = 10 + \Rightarrow$ رگ‌ن‌ل‌ت جسم شروع به حرکت می‌کند

ـ آزمایش نشان می‌دهد که بیشینه نیروی اصطکاک ایستایی با اندازه‌ی نیروی عمودی سطح (F_N) متناسب است.

ـ رابطه اصطکاک ایستایی بیشینه:

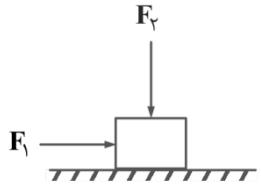
$$fs_{max} = \mu_s F_N$$

ـ در رابطه فوق μ_s ضریب اصطکاک ایستایی نام دارد که طبق تجربه و آزمایش، به عواملی مانند جنس سطح تماس دوجسم، میزان صافی و زبری آن‌ها و ... بستگی دارد.

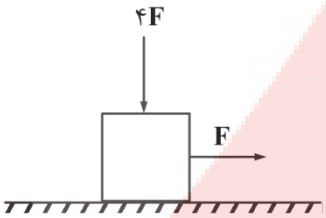
ـ در حالت کلی داریم:

$$f_s \le f_{s\,max}$$

تمرین ۲۴: در شکل زیر جسم بر روی سطح افقی ساکن است. اگر اندازه‌ی نیروی عمودی $\vec{F}_2$ بدون تغییر جهت آن افزایش یابد از میان ۳ کمیت نیروی عمودی سطح، نیروی اصطکاک و نیروی خالص وارد بر جسم، اندازه‌ی کدام کمیت ها افزایش می‌یابد؟



تمرین ۲۵: درشکل مقابل وزن جعبه برابر F و ضریب اصطکاک ایستایی بین جعبه و سطح تکیه گاه برابر ۰/۳ است و جعبه از حال سکون توسط نیروی افقی F کشیده می‌شود ولی حرکت نمی‌کند. اندازه‌ی نیروی اصطکاک وارد بر جعبه چند برابر F است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



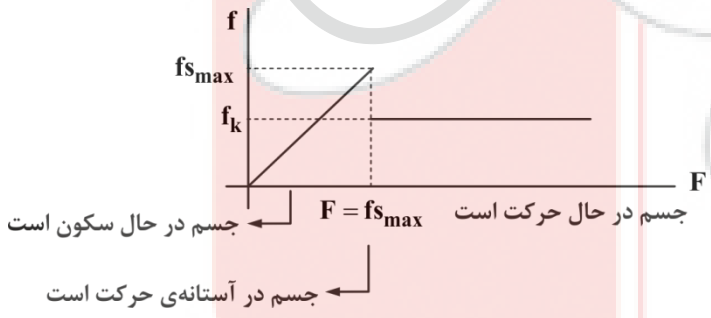
۱) ۱
۲) ۱/۲
۳) ۱/۵
۴) ۰/۹

نیروی اصطکاک جنبشی (f_k):

ـ وقتی جسم روی سطحی می‌لغزد ازطرف سطح بر جسم، نیروی اصطکاک جنبشی وارد می‌شود که موازی با سطح و در خلاف جهت لغزش جسم است.
ـ آزمایش نشان می‌دهد که اندازه‌ی نیروی اصطکاک جنبشی متناسب با اندازه‌ی نیروی عمودی سطح است.
ـ اصطکاک جنبشی دارای مقدار ثابتی‌می باشد و از رابطه $f_k = \mu_k F_N$ بدست می‌آید.
ـ دررابطه فوق μ_k ضریب اصطکاک جنبشی نام دارد و به عواملی مانند جنس سطح تماس دو جسم، میزان صافی و زبری آن ها بستگی دارد.
ـ معمولاً ضریب اصطکاک جنبشی میان دو سطح کمتر از ضریب اصطکاک ایستایی میان آن دو سطح است.

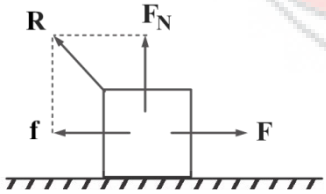
$$\mu_k < \mu_s \Rightarrow f_k < fs_{max}$$

ـ نمودار اصطکاک بر حسب نیرو:



نیروی واکنش سطح:

ـ نیرویی است که توسط سطح برجسم وارد می‌شود و نیروی عمودی سطح و اصطکاک مولفه‌های آن هستند.



$$R = \sqrt{F_N^2 + f^2}$$

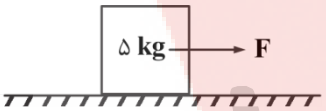
تمرین ۲۶: جسمی به جرم $4kg$ روی سطح افقی با ضریب اصطکاک جنبشی $\mu_k = 0/25$ قراردارد. جسم را با نیروی افقی $40\ N$ می‌کشیم و جسم در جهت نیرو حرکت می‌کند. این نیرو را حداکثر چند نیوتن می‌توانیم کاهش دهیم، بدون اینکه سرعت جسم کاهش یابد؟ $(g = 10\ \frac{m}{s^2})$

۱) ۵ ۲) ۱۰ ۳) ۳۰ ۴) ۲۰

تمرین ۲۷: جسمی به جرم $6\ kg$ روی سطح افقی قراردارد. اگر به جسم نیروی افقی $24\ N$ وارد کنیم، شتاب حرکت $3\ \frac{m}{s^2}$ می شود. ضریب اصطکاک لغزشی بین سطح و جسم کدام است؟

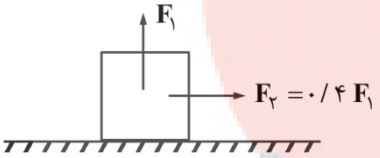
۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۰/۲۵ ۴) ۰/۵

تمرین ۲۸: مطابق شکل زیر نیروی افقی $F = 10\ N$ به جسمی به جرم $5\ kg$ وارد می‌شود و جسم در آستانه‌ی حرکت روی سطح افقی قرار می‌گیرد. اگر نیروی افقی F را به اندازه‌ی $7\ N$ افزایش دهیم، جسم با شتاب $3\ \frac{m}{s^2}$ روی سطح افقی شروع به حرکت می‌کند. اختلاف ضریب اصطکاک جنبشی و ایستایی جسم با سطح کدام است؟ $(g = 10\ \frac{N}{kg})$



۱) ۰/۲
۲) ۰/۰۴
۳) ۰/۱۶
۴) ۰/۰۲

تمرین ۲۹: مطابق شکل زیر، جسمی روی یک سطح افقی تحت تاثیر نیروهای $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ باسرعت ثابت در حال حرکت است. اگر $\mu_k = 0/8$ باشد، نسبت اندازه‌ی نیروی وزن جسم به اندازه‌ی نیروی $\vec{F}_1$ کدام است؟



۱) $\frac{2}{3}$
۲) ۲
۳) $\frac{3}{2}$
۴) $\frac{1}{2}$

ـ در صورتی‌که بر جسم ساکنی، ابتدا نیروی F وارد شده و جسم حرکت کند و پس از گذشت مدت زمانی، نیروی F قطع شود، سرعت در انتهای مسیری که نیروی F قطع می‌شود، برای ادامه‌ی مسیر سرعت اولیه است.

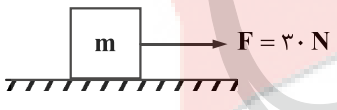
تمرین ۳۰: جسمی به جرم m روی سطحی افقی در حال سکون قرار دارد. اگر نیروی ثابت $\vec{F}$ به مدت t ثانیه به آن وارد شده و سپس قطع شود، نسبت مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم کند شونده است، به مسافت طی شده در مدت زمانی که حرکت جسم تند شونده است، کدام است؟(f_k نیروی اصطکاک جنبشی است)

۱) $\frac{f_k}{F}$ ۲) $\frac{f_k}{F-f_k}$ ۳) $\frac{F}{f_k}$ ۴) $\frac{F-f_k}{f_k}$

تمرین ۳۱: در یک مسیر مستقیم، جسمی به جرم $2kg$ روی یک سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی و ثابت $\vec{F}$ از زمان $t=0$ بر آن وارد می‌شود، به‌طوری که سرعت آن در SI به‌صورت $V=2t+3$ با زمان تغییر می‌کند. اگر ۳ ثانیه پس از اعمال نیروی $\vec{F}$، نیرو قطع شده و جسم ۶ ثانیه پس از قطع نیروی $\vec{F}$ با شتاب ثابت متوقف شود، اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتن است؟

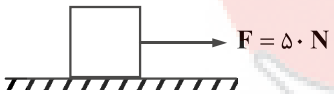
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۷ ۴) ۸

تمرین ۳۲: در شکل مقابل، $m=5\ kg$ است. نیروی افقی F وزنه را از حال سکون به حرکت در می‌آورد و در مدت ۵ ثانیه سرعت آن را به $10\frac{m}{s}$ می‌رساند و در این لحظه نیروی F قطع می‌شود. چند ثانیه پس از قطع شدن نیروی F، وزنه متوقف می‌شود؟



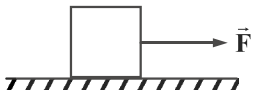
۱) ۱۰
۲) ۵
۳) ۲/۵
۴) ۱/۲۵

تمرین ۳۳: مطابق شکل نیروی افقی F جعبه ای به جرم ۵ کیلوگرم را با شتاب ثابت $8\frac{m}{s^2}$ به طرف راست می‌کشد. اگر ۵ کیلوگرم وزنه داخل این جعبه قرار دهیم و اندازه‌ی نیروی F تغییر نکند، اندازه‌ی شتاب جعبه چند متر بر مجذور ثانیه می‌شود؟



۱) ۵
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

تمرین ۳۴: در شکل زیر، جسمی به جرم $m = ۶\ kg$ روی سطح افقی قرار دارد و نیروی افقی $F = ۹۰\ N$ به آن وارد می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از طرف سطح به جسم وارد می‌شود برابر با $۷۵\ N$ باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ $(g = ۱۰\frac{N}{kg})$



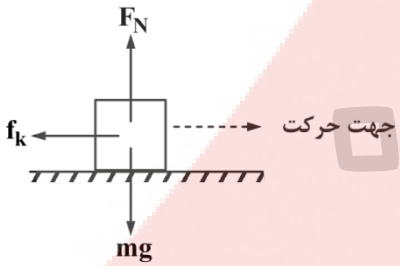
۱) صفر

۲) ۷/۵

۳) ۲/۵

۴) ۱۵

هنگامی که جسمی را روی سطح افق پرتاب می‌کنیم، بر جسم سه نیروی اصطکاک، وزن و عمودی سطح وارد می‌شود.



$$F_N = mg$$
$$f_k = \mu_k F_N = \mu_k mg$$
$$-f_k = ma \Rightarrow -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

بنابراین، هنگامی که جسم روی سطح افقی پرتاب می‌شود، شتاب حرکت آن از رابطه‌ی $a = -\mu_k g$ به‌دست می‌آید. می‌توان با توجه به رابطه‌ی مستقل از زمان، مسافت طی شده تا توقف را نیز به‌صورت زیر به‌دست آورد،

$$\cancel{V^۲}^{\,۰} - V_۰^۲ = ۲a\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{-V_۰^۲}{۲a} = \frac{V_۰^۲}{۲\mu_k g}$$

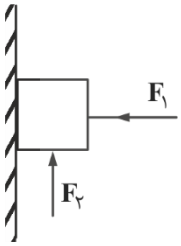
و با توجه به رابطه‌ی سرعت ـ زمان، مدت زمان توقف را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$\cancel{V}^{\,۰} = at + V_۰ \Rightarrow at = -V_۰ \Rightarrow t = \frac{-V_۰}{a} = \frac{V_۰}{\mu_k g}$$

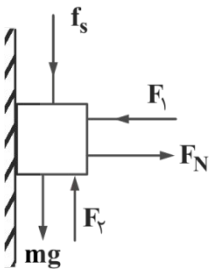
تمرین ۳۵: جسم A با تندی $۱۰\frac{m}{s}$ و جسم B با تندی $۲۰\frac{m}{s}$ روی سطح افقی و موازی با آن پرتاب می‌شوند. اگر جرم جسم A دو برابر جرم جسم B باشد و مسافتی که جسم A تا توقف کامل می‌پیماید، نصف مسافتی باشد که جسم B تا توقف کامل می‌پیماید، ضریب اصطکاک جنبشی جسم B با سطح چند برابر ضریب اصطکاک جنبشی جسم A با سطح است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\frac{۱}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۲}$

ـ هنگامی‌که مطابق شکل جسمی را به دیوار قائمی فشرده باشیم و جسم ساکن باشد، اندازه‌ی نیروی عمودی تکیه‌گاه با نیروی $F_۱$ برابر می‌شود.

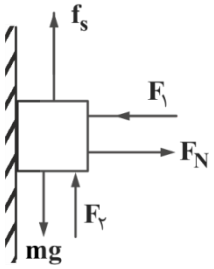


در این حالت، اگر حداکثر مقدار نیروی $F_۲$ را بخواهد، یعنی جسم در آستانه‌ی حرکت به سمت بالا قرار دارد.



$$F_۲ = mg + f_s$$

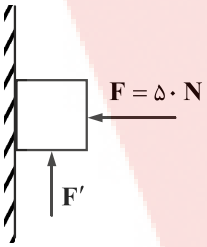
اما اگر حداقل مقدار نیروی $F_۲$ را بخواهد، یعنی جسم در آستانه‌ی حرکت به سمت پایین قرار دارد.



$$F_۲ + f_s = mg$$

ـ توجه داشته باشید که جهت‌های حرکت بر کلمات حداقل و حداکثر ارجحیت دارند.

تمرین ۳۶: درشکل زیر، جرم جسم برابر با $۴\ kg$ و ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و سطح قائم برابر با ۰/۵ است. حداقل اندازه‌ی نیروی عمودی F' چند نیوتن باشد تا جسم در آستانه حرکت به سمت بالا قرار گیرد؟



۱) ۱۵

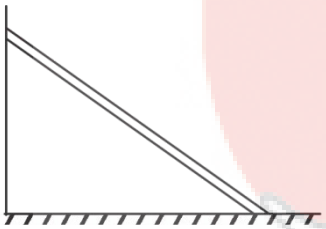
۲) ۴۰

۳) ۲۵

۴) ۶۵

ـ در مسائل نردبان باید توجه داشت که نردبان در صورتی در حال تعادل است که برآیند نیروهای وارد بر آن روی هر دو محور x و y صفر باشد.

تمرین ۳۷: مطابق شکل زیر، نردبانی به جرم m به دیوار قائم بدون اصطکاکی تکیه داده شده وضریب اصطکاک ایستایی زمین با نردبان برابر ۰/۵ است. اگر نردبان در آستانه لغزش باشد، بزرگی نیرویی که زمین به نردبان وارد می‌کند، چند برابر بزرگی نیرویی است که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند؟



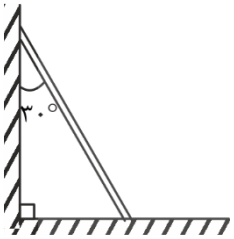
۱) ۱

۲) $\sqrt{۵}$

۳) $\frac{\sqrt{۵}}{۲}$

۴) ۲

تمرین ۳۸: نردبانی همگن به جرم $40\ kg$ مطابق شکل زیر، روی دیوار قائمی با اصطکاک ناچیز قرار دارد. اگر نیرویی که دیوار قائم به نردبان وارد می‌کند، $300\ N$ باشد، نیروی که سطح افقی به نردبان وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\ \frac{N}{kg})$



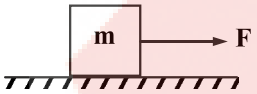
۱) ۴۰۰

۲) ۵۰۰

۳) ۶۰۰

۴) $250\sqrt{3}$

تمرین ۳۹: در شکل زیر، جسم m تحت تاثیر نیروی افقی $\vec{F}$ به سمت راست با شتاب ثابت در حال حرکت است. اگر در یک لحظه نیروی F در صفحه کاغذ، ۹۰ درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت طوری بچرخد که در راستای قائم به جسم به طرف بالا وارد شود، بزرگی شتاب جسم در راستای افقی دو برابر می‌شود. چنانچه ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح برابر ۰/۴ باشد، بزرگی نیروی F چند برابر وزن جسم است؟ (جسم در هر دو حالت روی سطح افقی حرکت می‌کند)



۱) $\frac{1}{5}$

۲) $\frac{1}{4}$

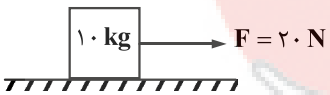
۳) $\frac{1}{2}$

۴) ۲

تمرین ۴۰: جسمی به جرم $2\ kg$ تحت تاثیر سه نیروی $F_1 = 10\ N$ و $F_2 = 20\ N$ و $F_3 = 15\ N$ با سرعت ثابت $15\ \frac{m}{s}$ هم‌جهت با نیروی $\vec{F}_1$ حرکت می‌کند. اگرنیروی F_1 حذف شود، دو ثانیه پس از این لحظه، بزرگی سرعت جسم چند متر برثانیه می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۱۵ ۳) ۲۵ ۴) ۱۰

تمرین ۴۱: در شکل مقابل جسم با سرعت ثابت $2\ \frac{m}{s}$ به طرف راست حرکت می‌کند. اگر اندازه‌ی نیروی F را ۵ نیوتن کم کنیم، پس از چند ثانیه جسم می‌ایستد؟



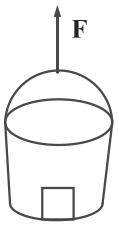
۱) ۵

۲) ۲

۳) ۲/۵

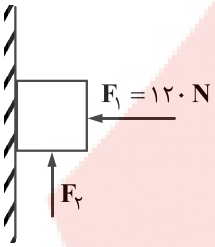
۴) ۴

تمرین ۴۲: در شکل زیر درون سطلی به جرم $1/5\ kg$، وزنه ای به جرم $1\ kg$ گذاشته شده و با نیروی $\vec{F}$ به سمت بالا حرکت داده می‌شود. اگر اندازه‌ی نیرویی که از طرف وزنه به کف سطل وارد می‌شود $12\ N$ باشد، اندازه‌ی نیروی $\vec{F}$ چند نیوتن است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



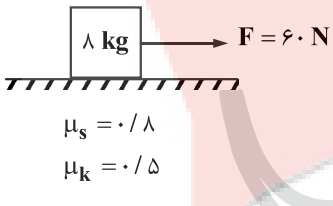
۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۳۰
۴) ۴۰

تمرین ۴۳: در شکل زیر جسم $m = 4\ kg$ در آستانه حرکت قراردارد. اندازه‌ی اختلاف بیشترین و کمترین اندازه‌ی نیروی قائم F_2 برابر با چند نیوتن است؟ $(g = 10\frac{N}{kg}, \mu_s = 0/25)$



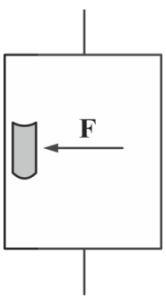
۱) ۶۰
۲) ۷۰
۳) ۳۰
۴) ۱۰

تمرین ۴۴: مطابق شکل مقابل به جسم ساکنی به جرم $8\ kg$ نیرویی افقی به بزرگی $60\ N$ وارد می‌شود. اندازه‌ی نیرویی که از طرف سطح بر جسم وارد می‌شود، برحسب نیوتن کدام است؟ $(g = 10\frac{N}{kg})$



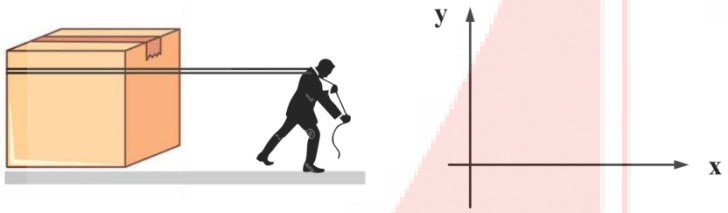
۱) $40\sqrt{5}$
۲) ۱۰۰
۳) ۸۰
۴) ۵۰

تمرین ۴۵: شخصی درون آسانسوری که با شتاب ثابت $2\frac{m}{s^2}$ به طرف بالا شروع به حرکت می‌کند، کتابی به جرم $2\ kg$ را مطابق شکل زیر با نیروی افقی $F = 32\ N$ به دیوار قائم آسانسور فشرده و کتاب نسبت به آسانسور ساکن است. نیرویی که کتاب به دیوار آسانسور وارد می‌کند، چند نیوتن است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۲۰
۲) ۲۴
۳) ۳۲
۴) ۴۰

تمرین ۴۶: مطابق شکل زیر شخصی جعبه ساکنی به جرم $50\ kg$ را با نیروی ثابت و افقی $\vec{F} = (250\ N)\vec{i}$ می‌کشد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جعبه و سطح به‌ترتیب ۰/۶ و ۰/۳ باشد، نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، در SI کدام است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



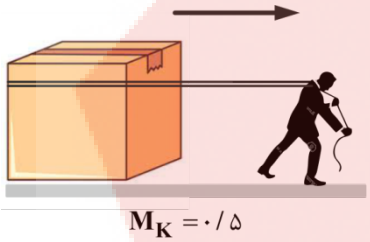
۱) $(-500\ N)\vec{j}$

۲) $(500\ N)\vec{j}$

۳) $(-250N)\vec{i} + (500N)\vec{j}$

۴) $(-250N)\vec{i} + (-500N)\vec{j}$

تمرین ۴۷: مطابق شکل زیر، شخصی با نیروی افقی $550\ N$ جعبه‌ای به جرم $100\ kg$ را از حال سکون به حرکت در می‌آورد و پس از $4\ s$ طناب پاره می‌شود. مسافتی که جعبه از شروع حرکت تا توقف طی می کند، چند متر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



۱) ۲/۲

۲) ۲/۴

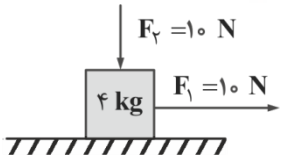
۳) ۴/۲

۴) ۴/۴

تمرین ۴۸: چوب مکعب‌شکلی به جرم $5\ kg$ را به نخی بسته و با نیروی ثابت افقی $15\ N$ روی سطح افقی می‌کشیم و از حال سکون به حرکت در می‌آوریم و بعد از ۲ ثانیه نخ پاره می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی ۰/۲ باشد، کل مسافتی که چوب از ابتدای حرکت تا لحظه ایستادن طی می‌کند، چند متر است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۲/۵ ۴) ۳

تمرین ۴۹: در شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم به جسم وارد می‌شود و جسم روی سطح افقی با سرعت ثابت حرکت می‌کند و نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه θ_1 را با سطح افقی می‌سازد. اگر نیروی F_2 را خلاف جهت نشان داده شده در شکل به جسم وارد کنیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، زاویه θ_2 را با سطح افقی می سازد. کدام درست است؟



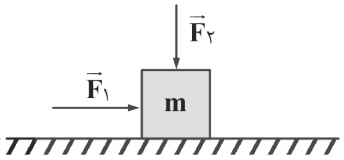
۱) $\theta_2 = \theta_1 < 90^\circ$

۲) $\theta_2 = \theta_1 = 90^\circ$

۳) $\theta_2 < \theta_1$

۴) $\theta_2 > \theta_1$

تمرین ۵۰: مطابق شکل زیر، دو نیروی افقی و قائم $\vec{F}_1$ و $\vec{F}_2$ به جسمی که روی سطح افقی قرار دارد، وارد می‌شود و جسم ساکن است. اگر بزرگی این دو نیرو، هر یک ۲ برابر شود و جسم همچنان ساکن بماند، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، k برابر می‌شود. کدام مورد درست است؟



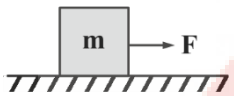
۱) $2 < k < 3$

۲) $1 < k < 2$

۳) $k = 2$

۴) $k = 1$

تمرین ۵۱: مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم $36\ kg$ که روی سطح افقی ساکن است، نیروی افقی $F = 177\ N$ وارد می‌شود و تندی جسم ۴ ثانیه پس از شروع حرکت به $3\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، چند نیوتون است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2})$



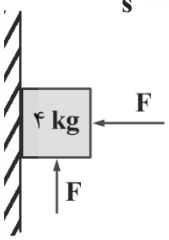
۱) ۳۶۰

۲) ۳۹۰

۳) ۴۰۰

۴) ۵۰۰

تمرین ۵۲: در شکل زیر، جسم در آستانه حرکت رو به بالا قرار دارد و نیرویی که جسم به سطح وارد می‌کند، برابر R است. اگر F را $20\ N$ کاهش دهیم، نیرویی که سطح به جسم وارد می‌کند، برابر R' می‌شود، $\frac{R'}{R}$ کدام است؟ $(g = 10\frac{m}{s^2}, \mu_s = 0/5, \mu_k = 0/2)$



۱) $\frac{\sqrt{2}}{4}$

۲) $\frac{\sqrt{2}}{2}$

۳) $\frac{\sqrt{5}}{4}$

۴) $\frac{\sqrt{5}}{4}$

نیروی کشسانی فنر:

ـ اگر فنری را به اندازه‌ی x بکشیم یا فشرده کنیم، فنر نیرویی به طرف نقطه تعادل به جسم وارد می‌کند.

ـ هرچه فنر را بیشتر بکشیم یا فشرده کنیم (درمحدوده‌ی معینی از تغییر طول فنر)، نیروی کشسانی فنر نیز بیشتر می‌شود.

ـ برای بیشتر فنرها با تقریب قابل قبولی، نیروی کشسانی فنر با اندازه تغییر طول آن (x) رابطه مستقیم دارد:

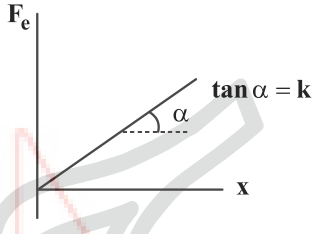
$$F_e = Kx$$

ـ K ثابت فنر است. ثابت فنر از مشخصات فنر می‌باشد و به اندازه‌ی، شکل و ساختار ماده‌ای که فنر از آن ساخته شده بستگی دارد.

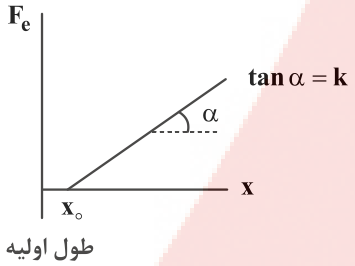
ـ واحد SI ثابت فنر، نیوتن بر متر ($\frac{N}{m}$) می‌باشد که در این صورت واحد آن حتماً برحسب m است. در صورتی که واحد ثابت فنر $\frac{N}{cm}$ باشد، واحد x بر حسب cm خواهد بود.

ـ هرچه فنر سفت‌تر باشد، ثابت فنر بالاتر است.

ـ نمودار نیروی فنر برحسب تغییر طول فنر:

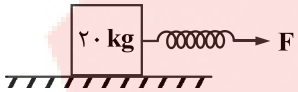


ـ نمودار نیروی فنر برحسب طول فنر:



طول اولیه فنر

تمرین ۵۳: درشکل زیر، اگر ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح افقی برابر با ۰/۱ ، ثابت فنر برابر با $۱۰۰\frac{N}{m}$ و تغییر طول فنر از حالت اولیه آن برابر با ۴۰ cm باشد، شتاب حرکت جسم چند متر بر مجذور ثانیه است؟ ($g = ۱۰\frac{N}{kg}$ و از جرم فنر صرف نظر کنید)



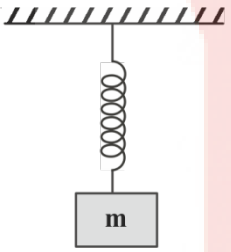
۱) ۰/۲۵

۲) ۰/۵

۳) ۱

۴) ۲

ـ هنگامی‌که جسمی را از فنری آویزان کرده و فنر در حال تعادل باشد، اندازه‌ی نیرو کشسانی فنر با نیروی وزن جسم برابر خواهد بود.

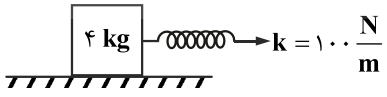


$F = mg \Rightarrow kx = mg$

تمرین ۵۴: به انتهای فنر قائمی با طول عادی ۲۰ cm ، کفه ای به جرم m وصل می‌کنیم. دراین حالت طول فنر ۲۵ cm می‌شود. اگر با قرار دادن یک وزنه ۲۰۰ گرمی بر روی این کفه، ۸ cm دیگر به طول فنر اضافه شود، m چند گرم است؟

۱) ۷۵ ۲) ۱۲۵ ۳) ۲۰۰ ۴) $\frac{۱۰۰۰}{۳}$

تمرین ۵۵: جسم توسط فنر از حال سکون به راه می‌افتد، پس از ۲ ثانیه سرعت آن به $۴\frac{m}{s}$ می‌رسد. اگر ضریب اصطکاک جسم و سطح ۰/۲ باشد، تغییرات طول فنر در طول حرکت چند سانتی‌متر است؟



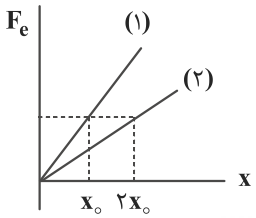
۱) ۸ cm

۲) ۴ cm

۳) ۱۰ cm

۴) ۱۶ cm

تمرین ۵۶: نمودار نیروی کشسانی بر حسب تغییر طول برای دو فنر متفاوت مطابق شکل زیر است. به انتهای فنر(۱) جسمی به جرم m_1 و به انتهای فنر (۲) جسمی به جرم m_2 آویزان می‌کنیم. اگر بعد از رسیدن به تعادل، افزایش طول فنر(۱) دو برابر افزایش طول فنر (۲) باشد، حاصل $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟



۱) ۴

۲) $\frac{1}{4}$

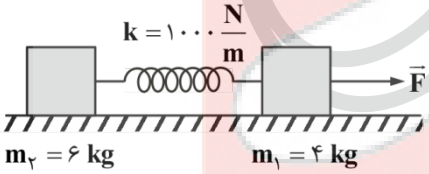
۳) ۲

۴) $\frac{1}{2}$

تمرین ۵۷: طول یک فنر به‌ازای هر یک نیوتون نیرو ۸ mm افزایش می‌یابد. اگر به‌وسیله‌ی این فنر، جسمی به جرم ۴ kg را روی یک سطح افقی به ضریب اصطکاک جنبشی $\frac{1}{2}$ بکشیم به طوری که جسم شتابی به بزرگی $7/5 \frac{m}{s^2}$ پیدا کند، در این صورت افزایش طول فنر چند سانتی‌متر می‌شود؟ $(g = 10 \frac{N}{kg})$

۱) ۵۰ ۲) ۴۰ ۳) ۵۰۰ ۴) ۴۰۰

تمرین ۵۸: در شکل مقابل، از جرم فنر و کلیه‌ی اصطکاک‌ها صرف‌نظر می‌شود و وزنه‌ها با شتاب ثابت در حرکت هستند. اگر تغییر طول فنر از حالت طبیعی‌اش برابر با ۳ cm باشد. اندازه‌ی نیروی افقی $\vec{F}$ چند نیوتن است؟



۱) ۱۰

۲) ۲۰

۳) ۳۵

۴) ۵۰

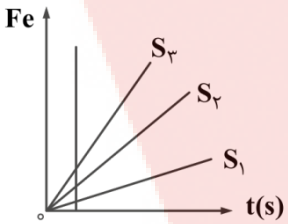
تمرین ۵۹: وزنه‌ای به جرم ۲ kg را به فنر سبکی به طول ۴۰ cm که از سقف آسانسور ساکنی آویزان است، وصل می‌کنیم. بعد از رسیدن وزنه به حالت تعادل، فاصله آن از کف آسانسور ۱۴۰ cm است. اگر آسانسور با شتاب ثابت $2 \frac{m}{s^2}$ رو به بالا شروع به حرکت کند، فاصله وزنه از کف آسانسور به ۱۳۶ cm می‌رسد. ثابت فنر چند نیوتن بر سانتی متر است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۱) $\frac{2}{3}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{3}{2}$ ۴) ۲

تمرین ۶۰: وزنه‌ای به جرم $۲\,kg$ را به انتهای فنری به طول $۳۰\,cm$ می‌بندیم و آن‌را بار اول با شتاب روبه بالای $۲\,\frac{m}{s^۲}$ در راستای قائم بالا می‌بریم و طول فنر به $۴۲\,cm$ می‌رسد. بار دیگر این وزنه را به همین فنر بسته و آن‌را روی سطح افقی در راستای افق با شتاب $۲\,\frac{m}{s^۲}$ به حرکت در می‌آوریم، اگر در این حالت طول فنر به $۳۶\,cm$ برسد، ضریب اصطکاک جنبشی جسم با سطح افقی چقدر است؟ $(g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲})$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۳ ۳) ۰/۴ ۴) ۰/۵

تمرین ۶۱: شکل زیر، تغییرات نیروی کشسانی سه فنر را بر حسب تغییر طول آن‌ها نشان می‌دهد. اگر نیروی کشسانی $F_e = ۳۰\,N$ طول فنر $S_۲$ را ۴ سانتی‌متر افزایش دهد، طول فنرهای $S_۱$ و $S_۳$ را به‌ترتیب چند سانتی‌متر افزایش می‌دهد؟



۱) ۳ و ۶
۲) ۶ و ۲
۳) ۸ و ۲
۴) ۹ و ۳

تمرین ۶۲: فنر سبکی با ثابت $۲۰۰\,\frac{N}{m}$ به سقف آسانسور بسته شده و از آن وزنه $m = ۵\,kg$ آویزان است و آسانسور با شتاب رو به پایین $۲\,\frac{m}{s^۲}$ پایین می‌آید و طول فنر $L_۱$ است. وقتی این آسانسور با شتاب $۱\,\frac{m}{s^۲}$ کند شونده پایین می‌آید، طول فنر $L_۲$ می‌شود. اختلاف $L_۲$ و $L_۱$ چند سانتی‌متر است؟ $(g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۵ ۴) ۲/۵

تمرین ۶۳: وزنه‌ای به جرم m را به یک فنر که ثابت آن $k = ۲۰۰\,\frac{N}{m}$ و طول آن $۵۰\,cm$ است، می‌بندیم و از سقف یک آسانسور ساکن آویزان می‌کنیم. وقتی وزنه ساکن می شود، طول فنر به $۶۵\,cm$ می‌رسد. آسانسور با چه شتابی بر حسب متر بر مربع بر ثانیه حرکت کند که طول فنر به $۶۰\,cm$ برسد؟ $(g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲})$

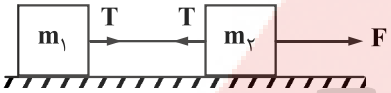
۱) $\vec{a}=-\frac{۱۰}{۳}\vec{j}$ ۲) $\vec{a}=\frac{۱۰}{۳}\vec{j}$ ۳) $\vec{a}=-\frac{۲۰}{۳}\vec{j}$ ۴) $\vec{a}=\frac{۲۰}{۳}\vec{j}$

نیروی کشش طناب (T):

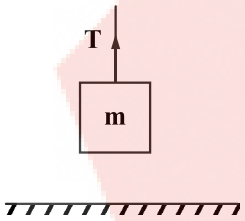
ـ طناب جسم را با نیرویی می‌کشد که جهت آن از جسم به سمت بیرون و در راستای طناب است. در این حالت طناب در حال کشش است، بنابراین به آن نیروی کشش طناب گویند.

ـ درصورتی که طناب بدون جرم فرض شود، نیروی کشش طناب در تمام قسمت‌های آن یکسان است.

ـ هنگامی‌که به کمکی طنابی، جسمی را می‌کشیم، طناب به عنوان رابط بین دو جسم عمل می‌کند و هر دو جسم را با بزرگی نیروی یکسان T می‌کشد، حتی اگر این دو جسم و طناب دارای حرکت شتابدار باشند.

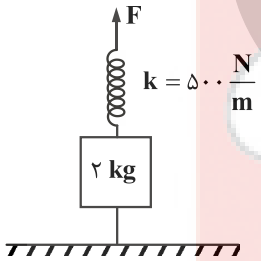


تمرین ۶۴: اگر در شکل مقابل، اندازه‌ی نیروی کشش نخ $\frac{۱}{۳}$ وزن جسم باشد، اندازه‌ی شتاب حرکت جسم چند برابر شتاب گرانش است؟



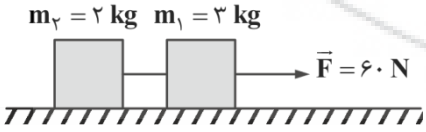
۱) $\frac{۱}{۲}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۲}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲}$

تمرین ۶۵: در شکل زیر مجموعه در حال تعادل و نیروی کشش نخ برابر ۵ N است. اگر طول عادی فنر در حالت عادی ۱۲ سانتی‌متر باشد، طول فنر دراین حالت چند سانتی‌متر است؟ $(g=۱۰\frac{N}{kg})$



۱) ۲۱
۲) ۱۵
۳) ۱۷
۴) ۱۳

تمرین ۶۶: در شکل زیر، نسبت اندازه‌ی نیروی کشش نخ متصل بین دو وزنه هنگامی‌که اصطکاک ناچیز است به حالتی که ضریب اصطکاک جنبشی هر یک از دو جسم با سطح برابر با ۰/۱ می‌باشد، کدام است؟ (نخ بدون جرم فرض شود و $g=۱۰\frac{N}{kg}$)



۱) ۱ ۲) $\frac{۵}{۲}$ ۳) $\frac{۵}{۳}$ ۴) $\frac{۵}{۴}$

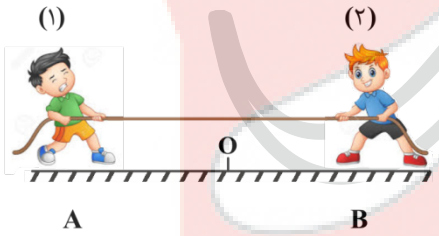
تمرین ۶۷: وزنه‌ای به جرم $۲\,kg$ را با طناب سبکی با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده رو به بالا می‌کشیم. اگر نیروی کشش طناب را دو برابر کنیم، شتاب حرکت جسم چند برابر می شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۴ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۲

تمرین ۶۸: صندوقی به جرم $۵۰\,kg$ روی سطح افقی قرار دارد. ابتدا صندوق را با نیروی ۲۵۰ نیوتون در راستای افقی هل می‌دهیم و صندوق ساکن می‌ماند. در ادامه نیروی افقی را به ۳۵۰ نیوتن می‌رسانیم. صندوق در آستانه حرکت قرار می‌گیرد. ضریب اصطکاک ایستایی چقدر است و نیروی اصطکاک در حالت اول چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۰/۷ و ۲۵۰ ۲) ۰/۵ و ۲۵۰ ۳) ۰/۷ و ۳۵۰ ۴) ۰/۵ و ۳۵۰

تمرین ۶۹: مطابق شکل زیر، دو نفر به جرم‌های $m_۱$ و $m_۲ = \frac{۱}{۲}m_۱$ روی یک سطح افقی با اصطکاک ناچیز قرار دارند. اگر در ابتدا به فاصله‌های مساوی از نقطه O قرار داشته باشند و توسط طنابی هر یک دیگری را به سمت خود بکشد، کدام‌یک ازموارد زیر درست است؟



۱) در نقطه O به یکدیگر می‌رسند.

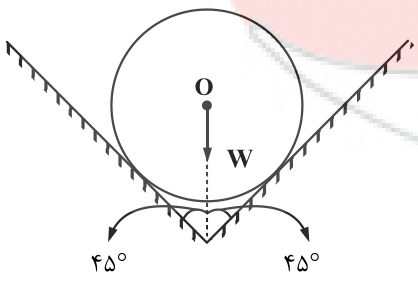
۲) بین O و B به یکدیگر می‌رسند.

۳) بین O و A به یکدیگر می‌رسند.

۴) $m_۱$ ساکن می‌ماند و $m_۲$ به او می‌رسد.

ـ هنگامی که کره‌ای همگنف درون یک ناوه‌ی بدون اصطکاک قرار داشته باشد، از هر دیواره‌ی ناوه به جسم، فقط نیروی عمودی تکیه‌گاه وارد می‌شود که برآیند دو نیروی عمودی تکیه‌گاه باید با وزن جسم برابر باشد.

تمرین ۷۰: درشکل زیر، کره‌ای همگن به جرم $۵kg$ درون یک ناوه‌ی بدون اصطکاک قرار دارد. این جسم به هریک از دیواره‌ها، نیروی چند نیوتن را وارد می‌کند؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۲۰

۲) ۲۵

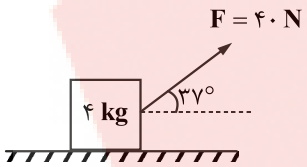
۳) $۲۵\sqrt{۲}$

۴) $۵۰\sqrt{۲}$

تمرین ۷۱: جسمی به جرم $۵\ kg$ کف آسانسور قرار دارد. وقتی آسانسور با شتاب روبه‌بالا $۲\frac{m}{s^۲}$ به سمت بالا می‌رود. نیرویی که از طرف جسم بر کف آسانسور وارد می‌شود N است و وقتی با شتاب رو به پایین $۲\frac{m}{s^۲}$ به سمت پایین می‌رود، نیروی وارد بر کف آسانسور N' است، اختلاف N و N' چند نیوتون است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) صفر ۲) ۱۰ ۳) ۲۰ ۴) ۴۰

تمرین ۷۲: مطابق شکل زیر، به جسمی به جرم ۴ کیلوگرم روی سطح افقی نیروی $F = ۴۰\ N$ وارد می‌شود و پس از طی مسافت ۱/۶ متر سرعتش را از صفر به $۴\frac{m}{s}$ می‌رسد. نیروی اصطکاک چند نیوتن است؟ $(\cos ۳۷^\circ = ۰/۸)$



۱) ۴
۲) ۱۲
۳) ۲۰
۴) ۳۲

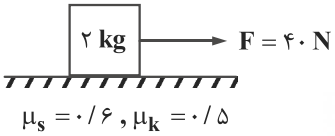
تمرین ۷۳: وزنه‌ای توسط یک نیروسنج از سقف یک آسانسور آویزان است. در حالت اول آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تندشونده بالا می‌رود و نیروسنج $F_۱$ را نشان می‌دهد. در حالت دوم آسانسور با شتاب $۲\frac{m}{s^۲}$ تند شونده پایین می‌رود و نیروسنج نیروی $F_۲$ را نشان می‌دهد. نسبت $\frac{F_۲}{F_۱}$ چقدر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) $\frac{۵}{۴}$ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) ۲ ۴) ۴

تمرین ۷۴: در کف یک آسانسور باسکولی نصب شده است. در یک حرکت، باسکول وزن شخص را بیش از حالت سکون نشان داده است. آن حرکت چگونه است؟

۱) الزاماً تند شونده به طرف بالا
۲) الزاماً تند شونده به طرف پایین
۳) تند شونده به طرف بالا یا کند شونده به طرف پایین
۴) کندشونده به طرف بالا یا تند شونده به طرف پایین

تمرین ۷۵: مطابق شکل زیر، جسمی روی سطح افقی ساکن است. به جسم نیروی افقی F وارد می‌شود. ۵ ثانیه پس از وارد شدن نیروی F مقدار این نیرو ۳۰ نیوتن کاهش می‌یابد. حرکت جسم پس از آن چگونه است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



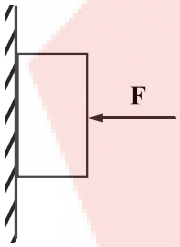
۱) جسم همان لحظه می‌ایستد.

۲) شتاب جسم با شتاب $1 \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود.

۳) شتاب جسم با شتاب $3 \frac{m}{s^2}$ کند می‌شود.

۴) جسم با سرعت ثابت به حرکت خود ادامه می‌دهد.

تمرین ۷۶: مطابق شکل زیر، جسمی به وزن $20N$ توسط نیروی افقی $F = 60\ N$ به حال سکون بر دیواره قائمی ثابت نگه داشته شده است. ضرایب اصطکاک ایستایی و جنبشی میان دیواره و جسم به‌ترتیب ۰/۶ و ۰/۳ است. دراین حالت نیرویی به بزرگی $10\ N$ موازی با دیواره رو به پایین به جسم وارد می‌شود. نیرویی که جسم به دیواره وارد می‌کند، چند نیوتن می‌شود؟



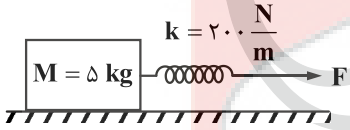
۱) ۳۰

۲) ۳۶

۳) $30\sqrt{3}$

۴) $30\sqrt{5}$

تمرین ۷۷: جسمی روی یک سطح افقی تحت تاثیر نیروی افقی F با سرعت ثابت کشیده می‌شود. اگر افزایش طول فنر در ضمن حرکت ۵ سانتی‌متر شود، ضریب اصطکاک جنبشی بین جسم و سطح کدام است؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$



۱) ۰/۲

۲) ۰/۲۵

۳) ۰/۳

۴) ۰/۴

تکانه و قانون دوم نیوتن:

ـ حاصل‌ضرب جرم جسم (m) در سرعت آن $\vec{V}$ تکانه‌ی جسم نامیده می‌شود و آن را با نماد $\vec{P}$ نشان می‌دهند. $\vec{P} = m\vec{V}$

ـ تکانه کمیتی برداری، هم جهت با بردار سرعت است.

ـ یکای تکانه در SI برابر $\frac{kgm}{s}$ می‌باشد.

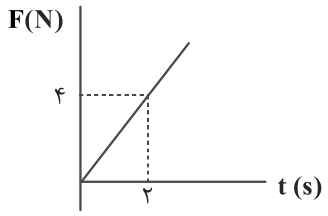
ـ تغییرات تکانه‌ی یک جسم، ناشی از تغییرات سرعت آن است. $\Delta P = m\Delta V$

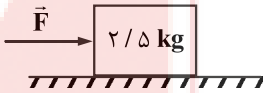
ـ رابطه‌ی قانون دوم نیوتن و تکانه با نیروی ثابت: $\vec{F}_{av} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

ـ رابطه‌ی بین تکانه و انرژی جنبشی: $K = \frac{p^2}{2m}$

ـ مساحت بین نمودار نیرو ـ زمان و محور زمان برابر با تغییرات تکانه است.

تمرین ۷۸: در شکل زیر نمودار تغییرات اندازه‌ی نیروی افقی $\vec{F}$ که به جسمی به جرم m وارد می‌شود، برحسب زمان نشان داده شده است. اگر جسم در ابتدا ساکن و ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی به ترتیب برابر با ۰/۴ و ۰/۲ باشد، تغییر تکانه جسم در بازه زمانی $t = ۴\ s$ تا $t = ۸\ s$ چند واحد SI است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$





۱) ۱۰
۲) ۲۴
۳) ۸
۴) ۴۸

ـ در ترکیب مسائل تکانه با اصل پایستگی انرژی مکانیکی، باید توجه داشت که ارتباط این دو مبحث از طریق سرعت برقرار می‌شود. یعنی از یک مبحث سرعت را به‌دست آورده و در مبحث بعدی جایگذاری می‌کنیم.

تمرین ۷۹: گلوله‌ی آونگی به جرم M از ریسمانی به طول L، آویزان است. گلوله روی مسیر دایره‌ای به یک طرف کشیده می‌شود تا به ارتفاع $\frac{L}{۵}$ بالاتر از وضع تعادل برسد. اگر گلوله از آن حالت رها شود، تکانه‌اش در هنگام عبور از پایین‌ترین نقطه مسیر چقدر است؟ (کمیت ها در SI می‌باشند، از مقاومت هوا صرف نظر شود و g شتاب گرانش است)

۱) $\frac{۸}{۵} MLg$
۲) $\frac{۲}{۲} MLg$
۳) $\sqrt{\frac{۸}{۵} M^۲ Lg}$
۴) $\sqrt{\frac{۲}{۵} M^۲ Lg}$

تمرین ۸۰: جسمی به جرم ۲ kg روی سطح افقی بدون اصطکاک با سرعت $۵ \frac{m}{s}$ در حال حرکت است. اگر نیروی $F = ۳\ N$ در جهت حرکت جسم به مدت ۴ ثانیه بر جسم وارد شود، در پایان این مدت، تکانه‌ی جسم چند $\frac{kg \cdot m}{s}$ می‌شود؟

۱) ۱۲
۲) ۱۸
۳) ۲۲
۴) ۳۸

تمرین ۸۱: معادله‌ی تکانه‌ی جسمی به جرم ۰/۵ کیلوگرم در SI به‌صورت $P = t^۲ - ۱۰t + ۲۰$ است. نیروی متوسط وارد بر جسم در بازه‌ی $t_۱ = ۵\ s$ تا $t_۲ = ۷\ s$ چند نیوتن است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

تمرین ۸۲: درشرایط خلاء، گلوله‌ای به جرم ۲۰۰ g از ارتفاع ۲۰ متری یک توده شنی با سرعت $۱۵ \frac{m}{s}$ در راستای قائم به سمت پایین پرتاب می‌شود و پس از فرو رفتن در راستای قائم در توده‌ی شنی متوقف می‌شود. اگر مدت زمان حرکت گلوله در توده‌ی شنی تا لحظه‌ی توقف کامل آن ۰/۱ ثانیه باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که از طرف توده‌ی شنی به گلوله وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$ (ریاضی)

۱) ۵۲
۲) ۵۰
۳) ۴۸
۴) ۵

تمرین ۸۳: اگر تکانه‌ی گلوله‌ی A دو برابر تکانه‌ی گلوله‌ی B و انرژی جنبشی آن نیز دو برابر انرژی جنبشی گلوله‌ی B باشد، جرم گلوله‌ی A چند برابر جرم گلوله‌ی B است؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\sqrt{۲}$

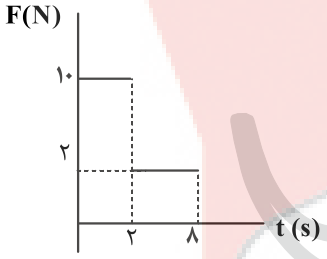
ـ هنگامی که توپی با سرعت $V_۱$ به دیوار برخورد کرده و با سرعت $V_۲$ بر می‌گردد. در این حالت اندازه‌ی تغییرات در سرعت برابر با مجموع سرعت‌ها است.

$$\Delta V = V_۱ + V_۲$$

تمرین ۸۴: توپی باسرعت $۱۰\frac{m}{s}$ به‌صورت کاملاً افقی به یک دیوار برخورد کرده و در مدت $۰/۱ s$ با سرعت $۶\frac{m}{s}$ به صورت کاملاً افقی باز می‌گردد. اگر جرم توپ ۲۰۰ گرم باشد، اندازه‌ی نیروی متوسطی که در طول برخورد به آن وارد شده چند نیوتن است؟

۱) ۱۶ ۲) ۱/۶ ۳) ۳/۲ ۴) ۳۲

تمرین ۸۵: شکل مقابل، نمودار تغییرات نیرو برحسب زمان را برای یک جسم نشان می‌دهد. اگر جرم این جسم ۲ kg باشد، در بازه‌ی $t_۱ = ۱ s$ تا $t_۲ = ۵ s$ تغییرات سرعت این جسم چند متر بر ثانیه خواهد بود؟

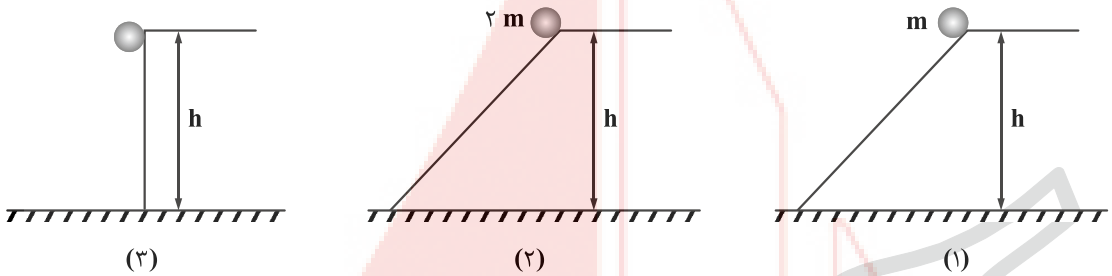


۱) ۱۲
۲) ۱۶
۳) ۶
۴) ۸

تمرین ۸۶: جسمی به جرم ۴ kg روی سطح افقی بدون اصطکاکی با سرعت ثابت $۱۰\frac{m}{s}$ در حال حرکت است. اگر نیرویی به بزرگی ۵ نیوتن در خلاف جهت حرکت جسم به مدت ۲ ثانیه به جسم وارد شود، در پایان این مدت، اندازه‌ی تکانه‌ی جسم چند واحد SI خواهد شد؟

۱) ۵۰ ۲) ۲۰ ۳) ۶۰ ۴) ۳۰

تمرین ۸۷: سه گلوله مطابق شکل زیر از حال سکون و از ارتفاع h نسبت به سطح افق رها می‌شوند و نیروی اصطکاک و مقاومت هوا بر آن ها وارد نمی‌شود. کدام مورد درست است؟



(۱) (۲) (۳)

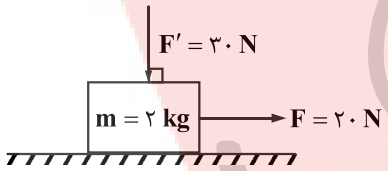
۱) انرژی جنبشی هر سه گلوله در لحظه‌ی رسیدن به زمین یکسان است.

۲) بزرگی سرعت هر سه گلوله در لحظه‌ی رسیدن به زمین یکسان است.

۳) تکانه‌ی هر سه گلوله در لحظه‌ی رسیدن به زمین یکسان است.

۴) هرسه مورد درست است.

تمرین ۸۸: درشکل زیر، به جسمی که روی سطح افقی در حال سکون بوده، نیروهایی مطابق شکل وارد می‌شوند. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی بین جسم و سطح افقی ۰/۵ و ۰/۳ باشد، تغییر تکانه جسم در مدت ۲ ثانیه چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰ \frac{N}{kg})$



۱) صفر

۲) ۹

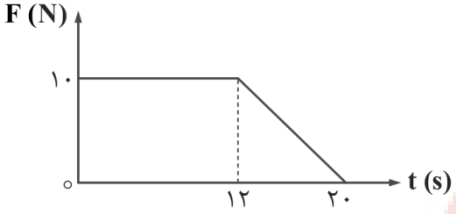
۳) ۱۰

۴) ۲۸

تمرین ۸۹: دو جسم A و B با سرعت‌های ثابت در حرکت‌اند و تکانه آن‌ها با یکدیگر برابر است. اگر انرژی جنبشی جسم B، ۵ برابر انرژی جنبشی جسم A باشد، نسبت جرم A به جرم B کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) ۱ ۳) $\sqrt{۵}$ ۴) ۵

تمرین ۹۰: شکل زیر، نمودار نیروی خالص وارد بر جسمی به جرم $m = ۰/۵\ kg$ را بر حسب زمان نشان می‌دهد. بزرگی شتاب متوسط جسم، در ۲۰ ثانیه اول حرکت چند متر بر مجذور ثانیه است؟



۱) ۶
۲) ۸
۳) ۱۲
۴) ۱۶

تمرین ۹۱: اگر تکانه گلوله‌ای در SI از ۲۰ به ۲۲ برسد. انرژی جنبشی گلوله چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۱۰ ۲) ۱۲ ۳) ۲۱ ۴) ۴۲

تمرین ۹۲: اگر جرم جسم B، $\frac{۵}{۸}$ جرم جسم A و تکانه جسم A، $\frac{۴}{۳}$ تکانه جسم B باشد، نسبت انرژی جنبشی جسم A به انرژی جنبشی جسم B، کدام است؟

۱) $\frac{۱۰}{۹}$ ۲) $\frac{۹}{۱۰}$ ۳) $\frac{۶}{۵}$ ۴) $\frac{۵}{۶}$

تمرین ۹۳: معادله تکانه جسمی بر حسب زمان در SI به‌صورت $P = ۱۵t^۲ + ۵t$ می‌باشد. نیروی خالص (برایند) متوسط وارد بر جسم در بازه زمانی $t_۱ = ۳\ s$ تا $t_۲ = ۶\ s$ چند نیوتن است؟

۱) ۷۰ ۲) ۸۵ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۹۰

تمرین ۹۴: گلوله‌ای به جرم $۲۰۰\ g$ در شرایط خلاء از ارتفاع ۴۵ متری زمین رها می‌شود و سپس از برخورد به زمین تا ارتفاع ۲۰ متری زمین بر می‌گردد. اگر زمان تماس گلوله با زمین $۲\ ms$ باشد، بزرگی نیروی خالص متوسط وارد بر گلوله در مدت برخورد به زمین چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$ (ریاضی)

۱) ۲۵۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۵۰۰ ۴) ۵۰۰۰

نیروی گرانشی:

ـ اگر بر ماه نیروی خالصی وارد نمی‌شد، ماه به جای مدار تقریباً دایره‌ای به گرد زمین، باید روی خط راست حرکت می‌کرد.

ـ هرجسمی درعالم، اجسام دیگر را به خود جذب می‌کند.

ـ نیروی گرانشی بین دو ذره با حاصل‌ضرب جرم دو ذره نسبت مستقیم و با مربع فاصله آن‌ها از یکدیگر نسبت وارون دارد.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

ـ در رابطه‌ی فوق G ثابت گرانش عمومی نام دارد و برابر است با $G = 6/67\times10^{-11}\ \frac{N\cdot m^2}{kg^2}$

ـ هرگاه فاصله‌ی بین دو جسم خیلی بیشتر از ابعاد آن‌ها باشد، می‌توان از ابعاد آن‌ها صرف نظرکرد و جرم آن‌ها را در مرکز جسم در نظرگرفت.

ـ در صورتی که نیروی بین دو جسم m_1 و m_2 در فاصله‌ی r_1 برابر F_1 و نیروی بین دو جسم M_1 و M_2 در فاصله‌ی r_2 برابر F_2 باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{M_1 M_2}{m_1 m_2}\times\left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

تمرین ۹۵: اندازه‌ی نیروی گرانشی بین دو ذره مشابه، برابر با F است. اگر نیمی از جرم یکی را برداشته و روی دیگری بگذاریم و فاصله‌ی بین آن‌ها را نصف کنیم، اندازه‌ی نیروی گرانشی بین آن F' خواهد شد. $\frac{F'}{F}$ را بیابید.

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

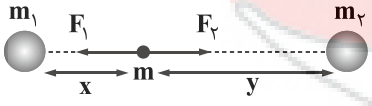
ـ در صورتی که دو جسم مشابه داشته باشیم و نسبت X از جرم یکی برداشته و روی دیگری بگذاریم، در همان فاصله‌ی قبل، می‌توان نسبت نیروی گرانشی بین و جسم را به‌صورت زیر به‌دست آورد:

$$\frac{F_2}{F_1} = 1 - x^2$$

تمرین ۹۶: اندازه‌ی نیروی گرانشی بین دو ذره مشابه برابر با F است. چند درصد جرم یکی را برداشته و بر روی دیگری بگذاریم تا درهمان فاصله قبل نیروی بین دو ذره $\frac{24}{25}F$ شود؟

۱) ۴ ۲) ۲۰ ۳) ۹۶ ۴) ۸۰

ـ در شکل مقابل $m_2 > m_1$ و r فاصله‌ی بین دو جسم است. اگر جسمی به جرم m بین این دو جسم درحال تعادل باشد، نیروی گرانشی که هر یک از دو جسم m_1 و m_2 به جسم m وارد می‌کنند با هم برابر است.

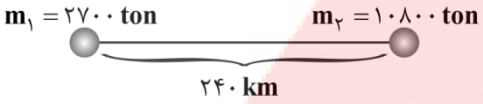


$$F_1 = F_2 \Rightarrow \cancel{G}\frac{m_1\cancel{m}}{x^2} = \cancel{G}\frac{m_2\cancel{m}}{y^2} \Rightarrow \frac{m_1}{x^2} = \frac{m_2}{y^2}$$

تمرین ۹۷: دو سیاره به جرم‌های m_1 و $m_2 = 4m_1$ درفاصله‌ی R از هم قرار دارند. اگر جسمی به جرم m در فاصله‌ی x از جسم m_2 درحال تعادل باشد، $\frac{x}{R}$ کدام است؟

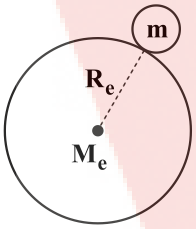
۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{1}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{1}{4}$

تمرین ۹۸: در شکل زیر اگر جرم دلخواه m_3 از دو جرم m_1 و m_2 به‌ترتیب در فاصله d_1 و d_2 قرار گیرد، در حالت تعادل خواهد بود. اختلاف d_1 و d_2 چند کیلومتر است؟



۱) ۶۰
۲) ۱۲۰
۳) ۸۰
۴) ۱۶۰

ـ با توجه به آن که نیروی وزن، همان نیروی گرانشی است که از طرف زمین برجسم وارد می‌شود، خواهیم داشت:



$$F = G\frac{M_e m}{Re^2} \Rightarrow g = G\frac{M_e}{Re^2}$$
$$W = mg$$

ـ رابطه فوق نشان می‌دهد که شتاب گرانشی ناشی از هر سیاره با جرم سیاره رابطه‌ی مستقیم و با مربع فاصله تا مرکز سیاره رابطه‌ی عکس دارد. بنابراین برای مقایسه‌ی شتاب گرانشی در سطح دو سیاره مختلف به جرم‌های m_1 و m_2 و شعاع‌های r_1 و r_2 خواهیم داشت:

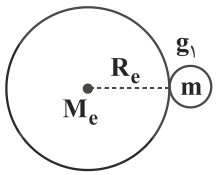
$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{m_2}{m_1} \times (\frac{r_1}{r_2})^2$$

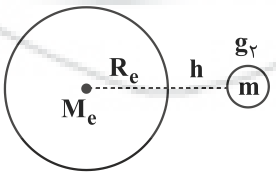
تمرین ۹۹: در سطح دو سیاره‌ی کاملاً کروی به جرم‌های m_1 و m_2، شتاب گرانشی با هم برابر است. اگر حجم این دو سیاره V_1 و $V_2 = 8V_1$ باشد، $\frac{m_2}{m_1}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) ۲ ۴) ۴

ـ شتاب گرانشی به جرم جسم بستگی ندارد.

ـ برای مقایسه‌ی شتاب گرانشی در ارتفاع h از سطح زمین (g_2) با شتاب گرانشی در سطح زمین (g_1) به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:





$$\frac{g_2}{g_1} = (\frac{Re}{Re+h})^2$$

تمرین ۱۰۰: فاصله‌ی جسمی را از سطح زمین چند درصد افزایش دهیم تا نیروی وزن جسم ۳۶ درصد کاهش یابد؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۶ ۳) ۵۰ ۴) ۶۴

تمرین ۱۰۱: در سطح زمین، جسمی را به یک فنر قائم می‌آویزیم تا ساکن شود و در این حالت فنر به اندازه‌ی $12\ cm$ افزایش طول می‌یابد. اگر همین جسم و فنر را به ارتفاعی که برابر شعاع زمین است ببریم، تغییر طول فنر از حالت طبیعی‌اش چند سانتی‌متر خواهد شد؟

۱) ۱۲ ۲) صفر ۳) ۶ ۴) ۳

ـ برای مقایسه شتاب گرانشی در ارتفاع h_1 از سطح زمین (g_1) و در ارتفاع h_2 از سطح زمین (g_2) خواهیم داشت:

$$\frac{g_2}{g_1}=\left(\frac{Re+h_1}{Re+h_2}\right)^2$$

تمرین ۱۰۲: جسمی در فاصله‌ی Re از سطح زمین قرار دارد. اگر آن را به اندازه‌ی $2Re$ دیگر از سطح زمین دور کنیم، نیروی وزن آن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۲۵ ۲) ۳۳ ۳) ۶۶ ۴) ۷۵

حرکت دایره‌ای یکنواخت: (مخصوص رشته ریاضی)

ـ در صورتی که یک ذره روی یک مسیر دایره‌ای با تندی ثابت حرکت کند، حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام داده است.

ـ در حرکت دایره‌ای یکنواخت با وجود ثابت بودن اندازه‌ی تندی سرعت، حرکت شتابدار است. چون جهت سرعت در حال تغییر است.

ـ در حرکت دایره‌ای، همواره بردار سرعت ذره $(\vec{V})$ مماس بر مسیر دایره‌ای است و به نوع ذره ربطی ندارد.

ـ با توجه به آن که تندی حرکت ذره ثابت است، پس ذره در بازه‌ی زمانی مساوی، مسافت‌های یکسانی را طی می‌کند.

ـ دوره (T): مدت زمان لازم برای پیمودن یک دور محیط دایره را دوره‌ی تناوب (دوره) می‌نامیم.

ـ با توجه به آنکه درحرکت دایره‌ای یکنواخت، متحرک مسافت $2\pi r$ (محیط دایره) را با تندی V در مدت T طی می‌کند خواهیم داشت:

$$V=\frac{2\pi r}{T}\Rightarrow T=\frac{2\pi r}{V}$$

ـ یکای دوره ثانیه (s) است.

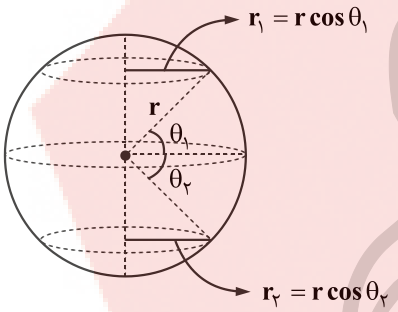
ـ دوره‌ی عقربه ثانیه شمار برابر ۶۰ ثانیه، دوره‌ی عقربه دقیقه شمار برابر با یک ساعت و دوره‌ی عقربه ساعت شمار ۱۲ ساعت است.

تمرین ۱۰۳: دریک ساعت عقربه‌دار، طول عقربه ساعت‌شمار نصف طول عقربه دقیقه‌شمار است. تندی نوک عقربه‌ی ساعت‌شمار چند برابر تندی عقربه دقیقه‌شمار است؟

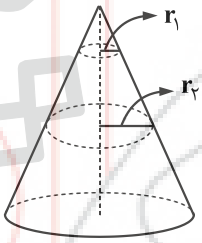
ـ درصورتی که یک متحرک در مدت زمان t، بتواند n دور کامل بچرخد، خواهیم داشت: $T = \frac{t}{n}$

تمرین ۱۰۴: میل لنگ یک خودرو که قطر محور آن ۴ سانتی‌متر است، در هر دقیقه ۲۴۰۰ دور می‌چرخد. تندی نقطه‌ای روی لبه‌ی محور این میل لنگ چند $\frac{m}{s}$ است؟ $(\pi = 3)$

ـ هرگاه ذره‌ای روی یک جسم دوار قرار داشته باشد، مقدار دوره‌ی حرکت برای تمام نقاط برابر است، اما چون شعاع چرخش قسمت‌های مختلف متفاوت است، پس تندی حرکت در قسمت‌های مختلف متفاوت می‌باشد.

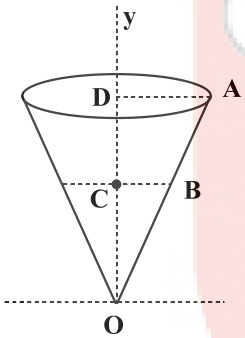


$$T_1 = T_2$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$$



$$T_1 = T_2$$
$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

تمرین ۱۰۵: در شکل مقابل جسم مخروطی شکل به طور یکنواخت حول محور y می‌چرخد. اگر ارتفاع مخروط برابر ۲۰ cm و $CD = 15\ cm$ باشد، تندی نقطه‌ی A چند برابر تندی نقطه‌ی B است؟



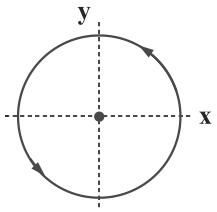
۱) ۴

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{4}{3}$

۴) $\frac{3}{4}$

تمرین ۱۰۶: مطابق شکل مقابل، متحرکی روی مسیری دایره‌ای شکل حرکت دایره‌ای یکنواخت و دوره‌ی یک ثانیه در جهت نشان داده شده در حال دوران است. اگر بردار سرعت متحرک در یک لحظه به‌صورت $\vec{V} = -۳\vec{j}$ باشد، بردار سرعت آن را با گذشت مدت زمان‌های ۰/۲۵ s ، ۰/۵ s و ۰/۷۵ s تعیین کنید.



ـ هنگامی که دو چرخ با شعاع‌های متفاوت را به کمک زنجیر یا تسمه به هم وصل کنیم و شروع به چرخش کنند، دوره‌ی چرخش چرخ کوچکتر، کمتر است، اما تندی حرکت آن‌ها یکسان است، چون مسافت‌های طی شده آن‌ها برابر است.

ـ در حرکت دایره‌ای یکنواخت، اندازه‌ی سرعت ثابت است، اما جهت آن دائماً در حال تغییر است. به همین دلیل، حرکت دایره‌ای، حرکتی شتابدار است.

ـ با توجه به آن که جهت شتاب متوسط همواره با جهت تغییر سرعت یکسان است و درصورتی که بازه‌ی زمانی خیلی کوچک باشد، جهت ΔV به سمت مرکز دایره خواهد بود، پس جهت شتاب لحظه‌ای در حرکت دایره‌ای به سمت مرکز دایره است. که به همین دلیل به آن شتاب مرکزگرا می‌گویند و آن را با $\vec{a}_c$ نشان می‌دهند.

ـ اندازه‌ی شتاب مرکز گرا:

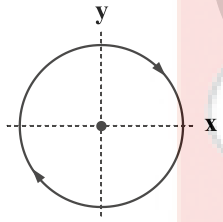
$$a_c = \frac{V^۲}{r}$$

$$T = \frac{۲\pi r}{V} \Rightarrow V = \frac{۲\pi r}{T} \Rightarrow a_c = \frac{۴\pi^۲ r}{T^۲}$$

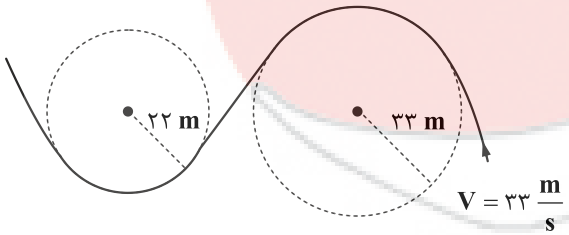
ـ

ـ شتاب مرکز گرا همواره عمود بر بردار سرعت و به سمت مرکز دایره است.

تمرین ۱۰۷: مطابق شکل مقابل، متحرکی روی مسیر دایره‌ای شکل با حرکت دایره‌ای یکنواخت و دوره‌ی یک ثانیه در جهت نشان داده شده در حال دوران است. اگر بردار سرعت متحرک در یک لحظه به‌صورت $\vec{V} = -۳\vec{j}$ باشد. بردار شتاب آن را با گذشت مدت زمان‌های ۰/۲۵ s ، ۰/۵s و ۰/۷۵ s تعیین کنید.



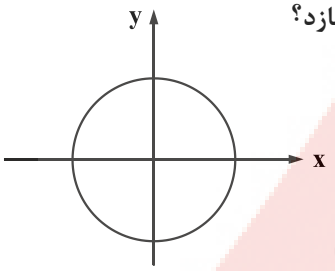
تمرین ۱۰۸: شکل مقابل، مسیر حرکت سورتمه‌ای را در مسابقات المپیک زمستانی نشان می‌دهد. سورتمه روی یک سطح افقی در حال حرکت است. اگر تندی حرکت سورتمه در کل مسیر $۳۳ \frac{m}{s}$ باشد، شتاب مرکزگرای آن را در هر یک از پیچ ها به دست آورید.



تمرین ۱۰۹: اگر در یک حرکت دایره‌ای یکنواخت، شعاع انحنای مسیر و تندی متحرک ۲ برابر شود، شتاب مرکزگرا چند برابر می‌شود؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

تمرین ۱۱۰: مطابق شکل مقابل، متحرکی حول مبدأ مختصات و به‌صورت پادساعتگرد حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. در لحظه‌ای که بردار شتاب با محور xها زاویه‌ی ۳۰ درجه و با جهت مثبت محور y ها زاویه‌ی ۱۲۰ درجه می‌سازد، متحرک در کدام ناحیه مختصات قرار دارد و بردار سرعت آن چه زاویه‌ای با جهت مثبت محور y ها می‌سازد؟



۱) ربع چهارم ـ 150°
۲) ربع چهارم ـ 120°
۳) ربع دوم ـ 150°
۴) ربع دوم ـ 120°

تمرین ۱۱۱: ذره‌ای در هر دقیقه ۱۲ دور روی دایره‌ای به محیط ۲۴، با سرعت ثابت می‌چرخد. اندازه‌ی شتاب مرکزگرای آن چند متر بر مربع ثانیه است؟ $(\pi = 3)$

۱) ۴/۸ ۲) ۳/۲۴ ۳) ۵/۷۶ ۴) ۱/۲

تمرین ۱۱۲: شهر A در مدار جغرافیایی ۶۰ درجه‌ی شمالی و شهر B در مدار جغرافیایی ۳۰ درجه‌ی جنوبی قرار دارند. در حرکت وضعی زمین به دور خودش اندازه‌ی شتاب مرکزگرای A چند برابر شتاب مرکزگرای B است؟

۱) $\sqrt{3}$ ۲) ۲ ۳) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ ۴) $\frac{1}{2}$

ـ درحرکت دایره‌ای یکنواخت، یک نیروی خالص رو به مرکز سبب ایجاد شتاب مرکزگرا می‌شود. به این نیروی خالص که منجر به حرکت دایره‌ای می‌شود، نیروی مرکزگرا می‌گویند.

ـ نیروی مرکزگرا نیروی جدیدی نیست و در هر مسئله از نیروهای خود آن مسئله ناشی می‌شود و از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

$$F_{net} = m\frac{V^2}{r}$$

ـ نیروی خالص وارد بر جسم در راستای شعاع و به سمت مرکز دایره است و برای بدست آوردن آن به‌صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$\text{نیروهای به سمت مرکز} - \text{نیروهای خلاف جهت مرکز} = m\frac{v^2}{r}$$

تمرین ۱۱۳: گلوله‌ای به جرم m با سرعت V محیط دایره‌ای به شعاع R را با تندی ثابت طی می‌کند. کار نیروی مرکزگرا در مدت زمان نصف دوره کدام گزینه است؟

۱) mV^2 ۲) $\frac{1}{2}mV^2$ ۳) $2mV^2$ ۴) صفر

تمرین ۱۱۴: دو ذره به جرم‌های m و $۴m$ روی مسیری دایره‌ای به شعاع r، حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهند. اگر اندازه‌ی نیروی مرکزگرای وارد بر دو ذره یکسان باشد، در مدت زمانی که ذره سبک‌تر ۸ دور می‌چرخد، ذره سنگین‌تر چند دور می‌چرخد؟

۱) ۱۶ ۲) ۸ ۳) ۴ ۴) ۲

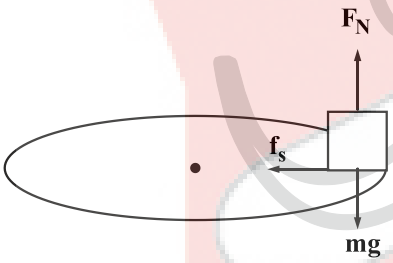
تمرین ۱۱۵: متحرکی با تندی ثابت $v = ۱۰\pi \frac{m}{s}$ روی دایره‌ای به شعاع ۲۰ متر حرکت می‌کند. شتاب متوسط این متحرک در هر ثانیه چند برابر شتاب مرکزگرای آن است؟

۱) $\frac{۲\sqrt{۲}}{\pi}$ ۲) $\frac{۵}{\pi}$ ۳) $۵\sqrt{۲}$ ۴) $\sqrt{۲}$

چند مثال حرکت دایره‌ای:

ـ جسمی روی سطح دوار قرار دارد و در حال حرکت به دور مرکز دایره است. در این حالت قرار است که جسم روی مسیر حرکت خود ثابت بماند، پس نیروی مرکزگرای وارد بر جسم نیروی اصطکاک ایستایی است.

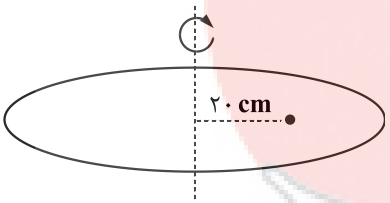
هرگاه صحبت از حداکثرها یا حداقل‌ها در اینگونه مسائل شد، منظور آن است که اصطکاک ایستایی بیشینه و جسم در آستانه حرکت است.



$$F_N = mg \Rightarrow fs_{max} = \mu_s F_N = \mu_s mg$$

$$fs_{max} = m\frac{V^۲}{r} \Rightarrow \mu_s mg = \frac{mV^۲}{r} \Rightarrow \mu_s g = \frac{V^۲}{r}$$

تمرین ۱۱۶: مطابق شکل یک صفحه‌ی بزرگ دایره‌ای شکل در سطح افقی حول محور قائم می‌چرخد و هر ۴ ثانیه یک دور می‌زند. جسمی روی این صفحه در فاصله‌ی ۲۰ cm از مرکز دوران قرار دارد. کم‌ترین ضریب اصطکاک بین جسم و سطح چند باشد تا جسم روی سطح نلغزد؟ $(\pi^۲ = ۱۰ , g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$



۱) ۰/۰۵
۲) ۰/۱
۳) ۰/۲
۴) ۰/۵

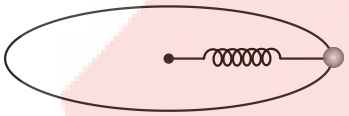
تمرین ۱۱۷: خودرویی به جرم ۳ تن در سطح افقی، مسیر دایره‌ای را به‌صورت یکنواخت طی می کند. اگر بزرگی نیرویی که از طرف سطح زمین بر خودرو وارد می‌شود، $\sqrt{10}\times10^4\ N$ باشد، نیروی مرکزگرای وارد بر خودرو چند نیوتن است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$

۱) 10^3 ۲) 10^4 ۳) 3×10^3 ۴) 3×10^4

ـ جسمی به انتهای فنری به طول اولیه x_1 بسته شده و حول سر دیگر فنر روی مسیر دایره‌ای به شعاع r می‌چرخد. در این حالت نیروی مرکزگرای وارد بر جسم، نیروی فنر است و طول ثانویه فنر برابر شعاع چرخش می‌باشد.

$$F=m\frac{v^2}{r}\ \Rightarrow\ K(r-x_1)=m\frac{v^2}{r}$$

تمرین ۱۱۸: مطابق شکل زیر، گلوله‌ای به جرم ۱۰۰g را به انتهای فنری به طول ۵۰ cm بسته و آن را روی یک سطح افقی بدون اصطکاک با دوره‌ی ۰/۲ π ثانیه می‌چرخانیم اگر بر اثر چرخش، طول فنر به ۶۰ cm برسد، ثابت فنر چند $\frac{N}{m}$ است؟



۱) ۳۰
۲) ۵۰
۳) ۴۰
۴) ۶۰

ـ در صورتی که جسم به انتهای طنابی بسته شده و در یک مسیر دایره‌ای بچرخد، نیروی کشش طناب، نیروی مرکزگرا می‌باشد.

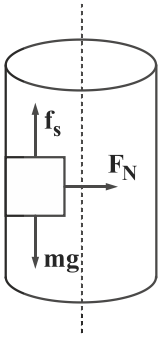
تمرین ۱۱۹: گلوله‌ای به جرم ۱۰ گرم به انتهای نخ سبکی به طول ۱۰ cm بسته شده و روی سطح افقی یک میز بدون اصطکاک، حول سر دیگر نخ که ثابت است، حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر در این حالت نیروی کشش نخ ۰/۹ نیوتن باشد، دوره‌ی حرکت گلوله را بیابید. $(\pi=3)$

۱) ۰/۲ ۲) ۰/۴ ۳) ۳ ۴) $\frac{1}{3}$

ـ جسمی در یک استوانه قائم با سرعت V بچرخد، در این حالت نیروی مرکزگرا همان نیروی عمودی تکیه‌گاه است و برای آن که جسم در حال تعادل باشد، باید داشته باشیم:

$$f_s=mg$$

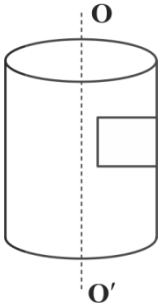
اگر صحبت از حداقل‌ها و حداکثرها شد، منظور آن است که جسم درآستانه حرکت می‌باشد.



$$F_N=\frac{mV^2}{r}$$

$$f_{s_{max}}=mg\ \Rightarrow\ \mu_sF_N=mg\ \Rightarrow\ \mu_s\times\frac{mV^2}{r}=mg\ \Rightarrow\ \frac{\mu_sV^2}{r}=g$$

تمرین ۱۲۰: استوانه‌ای به شعاع مقطع r حول نقطه‌ی OO' مطابق شکل دوران می‌کند. دوره‌ی استوانه چقدر باید باشد تا جسم کوچکی که به دیواره‌ی درونی استوانه تکیه دارد، نسبت به آن ثابت بماند؟ (ضریب اصطکاک بین جسم و بدنه‌ی استوانه μ است)



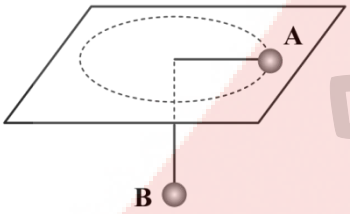
۱) $\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{\mu g}{r}}$

۲) $۲\pi\sqrt{\frac{g}{\mu r}}$

۳) $\frac{۱}{۲\pi}\sqrt{\frac{r}{\mu g}}$

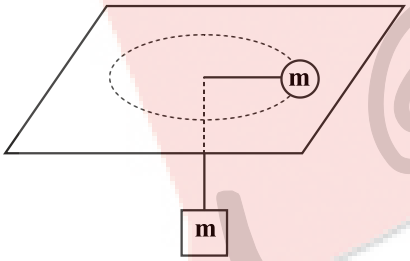
۴) $۲\pi\sqrt{\frac{\mu r}{g}}$

ـ دو گلوله‌ی A و B توسط نخ سبکی که از سوراخی در یک میز افقی بدون اصطکاک رد شده به یکدیگر متصل شده‌اند. اگر جسم A با تندی V بچرخد و جسم B ثابت بماند، خواهیم داشت:



$$m_A\frac{v^۲}{r}=m_Bg$$

تمرین ۱۲۱: درشکل مقابل، دوره‌ی چرخش ثابت است و جسم m روی سطح افقی بدون اصطکاک روی دایره‌ای به شعاع r حرکت می‌کند و نخ از روزنه‌ای عبور کرده و وزنه M از آن آویزان است. نسبت $\frac{M}{m}$ کدام است؟



۱) $\frac{g}{V}$

۲) $\frac{V}{g}$

۳) $\frac{V^۲}{rg}$

۴) $\frac{rg}{V^۲}$

ـ در صورتی که سوال راجع به نیروی سطح صحبت کرده بود ، باید آن را به دو مولفه نیروی عمودی تکیه‌گاه و نیروی اصطکاک تجزیه کنیم.

تمرین ۱۲۲: یک سکه به جرم ۲۰ g روی یک دیسک افقی قرار دارد و همراه با آن حرکت دایره‌ای یکنواخت انجام می‌دهد. اگر دوره‌ی حرکت سکه ۳ ثانیه و زاویه‌ای که نیروی واکنش سطح با سطح افق می‌سازد ۳۰ درجه باشد، اندازه‌ی سرعت حرکت سکه چند متربرثانیه است؟ ($\pi=۳$ و $g=۱۰\frac{m}{s^۲}$)

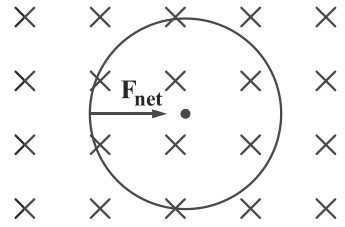
۱) ۱۰

۲) $\frac{۵\sqrt{۳}}{۳}$

۳) $\frac{۵}{۲}$

۴) $۵\sqrt{۳}$

ـ هرگاه ذره‌ای باردار متحرکی به طور عمود وارد میدان مغناطیسی شود، نیروی مغناطیسی وارد بر ذره نیروی مرکزگرا است و شعاع مسیر دوران از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:



$$qVB = \frac{mv^2}{r}$$

تمرین ۱۲۳: یک پروتون و یک ذره‌ی α با انرژی جنبشی مساوی به ناحیه‌ای از یک میدان مغناطیسی بـه بزرگـی B وارد می‌شوند و در مسیر دایره که بر میدان مغناطیسی عمود است، حرکت می‌کنند. کدام گزینه در مورد این دو ذره درست است؟ (جرم ذره‌ی α، ۴ برابر جرم پروتون فرض شود.)

۱) تندی α، ۲ برابر تندی پروتون است

۲) تکانه‌ی پروتون، برابر تکانه ذره α است.

۳) شعاع مسیر ذره‌ی α، برابر شعاع مسیر پروتون است.

۴) نیروی الکترومغناطیسی وارد پروتون، ۲ برابر نیروی الکترومغناطیسی وارد بر ذره‌ی α است.

ـ حرکت ماهواره: در صورتی که از اصطکاک صرف نظر کنیم، تنها نیروی وارد بر ماهواره، نیروی گرانشی زمـین اسـت. مـاهواره‌هـا حرکت دایره‌ای یکنواخت دارند و می‌توان بزرگی سرعت آن‌ها را به‌صورت زیر بدست آورد:

نیروی گرانشی بین ماهواره و زمین = نیروی مرکزگرا

$$\frac{mv^2}{r} = G\frac{M_e m}{r^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM_e}{r}}$$

این رابطه نشان می‌دهد که تندی ماهواره با جذر جرم سیاره رابطه مستقیم و با جذر شعاع چرخش ماهواره رابطه عکس دارد و جرم ماهواره در حرکت آن بی‌تاثیر است.

ـ با توجه به آن که شتاب گرانشی در شعاع r از رابطه $g = G\frac{M_e}{r^2}$ به‌دست می‌آید، خواهیم داشت:

$$V = \sqrt{r \times \frac{GM_e}{r^2}} = \sqrt{rg}$$

ـ باتوجه به آن که شتاب گرانشی درسطح زمین از رابطه $g = G\frac{M_e}{Re^2}$ به‌دست می‌آید، آن‌گاه تندی چـرخش در شـعاع r از رابطـه مقابل به‌دست می‌آید:

$$V = \sqrt{\frac{Re^2}{Re^2} \times \frac{GMe}{r}} = \sqrt{\frac{Re^2 \times GMe}{r \times Re^2}} = Re\sqrt{\frac{g}{r}}$$

ـ رابطه‌ی دوره و شعاع چرخش:

$$V = \sqrt{\frac{GMe}{r}} \Rightarrow \frac{2\pi r}{T} = \sqrt{\frac{GMe}{r}} \Rightarrow \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GMe}{r} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GMe} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3$$

تمرین ۱۲۴: دو ماهواره A و B به جرم‌های m_A و $m_B = ۲m_A$ روی دو مدار دایره‌ای شکل دور زمین می‌چرخند. ماهواره A در ارتفاع ۶۳۷۰ km و ماهواره B در ارتفاع ۱۲۷۴۰ km از سطح زمین قرار دارند. انرژی جنبشی ماهواره A چند برابر انرژی جنبشی ماهواره B است؟ (شعاع زمین را ۶۳۷۰km فرض کنید.)

۱) $\frac{۱}{۴}$ ۲) $\frac{۱}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) $\frac{۳}{۴}$

تمرین ۱۲۵: ماهواره‌ی B و A به دور زمین می‌چرخند. جرم ماهواره‌ی A، $\frac{۵}{۴}$ برابر ماهواره‌ی B است. اگر بزرگی تکانه‌ی دو ماهواره با هم برابر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟

۱) ۲۰ ۲) ۸۰ ۳) $\frac{۴}{۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۲۵}$

تمرین ۱۲۶: دو ماهواره‌ی A و B که درمدارهای دایره‌ای به دور زمین حرکت می‌کنند، دارای اندازه‌ی تکانه‌ی یکسانی هستند. اگر جرم ماهواره‌ی A، ۴۰ درصد از جرم ماهواره‌ی B بیشتر باشد، شعاع مدار ماهواره‌ی B چند برابر شعاع مدار ماهواره‌ی A است؟

۱) $\frac{۷}{۵}$ ۲) $\frac{۴۹}{۲۵}$ ۳) $\frac{۵}{۷}$ ۴) $\frac{۲۵}{۴۹}$

تمرین ۱۲۷: دو ماهواره‌ی A و B در مدارهایی به دور زمین می‌چرخد. اگر سرعت خطی ماهواره‌ی A، سه برابر سرعت خطی ماهواره‌ی B باشد، شتاب مرکزگرا و دوره تناوب ماهواره‌ی A به‌ترتیب از راست به چپ چند برابر شتاب مرکزگرا و دوره‌ی تناوب ماهواره‌ی B است؟

۱) ۸۱ و $\frac{۱}{۲۷}$ ۲) ۹ و ۸۱ ۳) ۱ و ۷۲۹ ۴) ۸۱ و ۲۷

تمرین ۱۲۸: ماهواره‌ای به جرم ۵۰۰ کیلوگرم درارتفاع ۱۶۰۰ کیلومتری سطح زمین به دور آن می‌چرخد. نیروی مرکزگرای وارد بر ماهواره چند نیوتن است؟ $(R_e = ۶۴۰۰\,km\,,\, g = ۱۰\,\frac{m}{s^۲})$

۱) ۵۰۰۰ ۲) ۳۲۰۰ ۳) ۸۰۰ ۴) ۶۴۰

تمرین ۱۲۹: اتومبیلی به جرم ۱۲۰۰ کیلوگرم در یک سطح افقی در مسیر دایره‌ای به طور یکنواخت حرکت می‌کند و ضریب اصطکاک ایستایی $\mu = ۰/۵$ است. اگر اتومبیل با حداکثر سرعت مجاز (سرعتی که نلغزد) حرکت کند، نیروی مرکزگرای وارد بر آن چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۲۰۰۰ ۲) ۶۰۰۰ ۳) ۵۰۰۰ ۴) ۴۵۰۰

تمرین ۱۳۰: ماهواره‌ای به جرم ۲۵۰ kg دریک مدار دایره‌ای به دور زمین می‌چرخد. اگرفاصله ماهواره از سطح زمین ۱۶۰۰ کیلومتر باشد، انرژی جنبشی ماهواره چند گیگاژول است؟ $(R_e = ۶۴۰۰ \, km \, , g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۶/۴ ۲) ۶۴ ۳) ۶۴۰ ۴) ۶۴۰۰

تمرین ۱۳۱: یک صفحه‌ی افقی حول یک محور قائم دوران می‌کند و در هر دقیقه ۶ دور کامل می‌چرخد. مکعبی به جرم ۵ kg روی صفحه و در فاصله‌ی ۲ متری از محور دوران قرار دارد و بدون لغزش با صفحه می‌چرخد. نیروی اصطکاکی که بر مکعب وارد می‌شود، چند نیوتن است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۸ ۲) ۲۰ ۳) $۰/۲\pi^۲$ ۴) $۰/۴\pi^۲$

تمرین ۱۳۲: وزنه‌ای را از فنری آویزان می‌کنیم. طول فنر در حالت تعادل به ۴۰ cm می‌رسد. این وزنه را به همین فنر بسته و روی سطح افقی بدون اصطکاک حول ابتدای فنر به دوران در می‌آوریم و سرعت دوران را به تدریج افزایش می‌دهیم تا طول فنر دوباره به ۴۰ cm برسد. دراین حالت تندی وزنه چند متر بر ثانیه است؟ $(g = ۱۰ \frac{m}{s^۲})$

۱) ۲/۵ ۲) $\sqrt{۲/۵}$ ۳) ۲ ۴) $\sqrt{۲}$